



Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Projecte/Treball Final de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Mecànica. Pla 2002

Títol:

INDUSTRIALITZACIÓ I FABRICACIÓ D'UNA
CARROSSERIA D'UN VEHICLE DE BAIX CONSUM

Document: 1. Memòria

Alumne: Albert Martos Ros

Director/Tutor: Xavi Espinach / Albert Turón

Departament: OGEDP / EMCI

Àrea: EGE / MMCTE

Convocatòria (mes/any): Juny 2006

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	5
1.1. ANTECEDENTS	6
1.2. OBJECTE	7
1.3. ESPECIFICACIONS I ABAST	7
1.4. PETICIONARI	8
2. LA COMPTECICIÓ, L'EQUIP I EL COTXE	9
2.1. LA COMPETICIÓ	10
2.2. L'EQUIP	10
2.3. EL COTXE	11
2.3.1. Carrosseria del primer any	11
2.3.2. Carrosseria del segon any	13
3. ESTUDIS PRELIMINARS	16
3.1. ANÀLISI DAFO	17
3.2. ESTUDI DELS PROCESSOS DE FABRICACIÓ	17
4. DISSENY DEL MOTLLE	18
4.1. INTRODUCCIÓ	19
4.2. DETERMINACIÓ DE LA LÍNIA DE PARTICIÓ	19
5. DISSENY DE L'ENCAIX I FIXACIÓ DE LA CARROSSERIA	20
5.1. ENCAIX ENTRE LES DUES PARTS DE LA CARROSSERIA	21
5.2. FIXACIÓ DE LA CARROSSERIA AMB EL XASSÍS	22
6. DISSENY DE LES OBERTURES	23
6.1. DISSENY DE LES FINESTRES DE VISIÓ DIRECTA	24
6.2. DISSENY DE LES FINESTRES PER ALS MIRALLS RETROVISORS	27
6.3. DISSENY DELS FORATS PER A LES RODES	29
7. CÀLCUL ESTRUCTURAL	30
7.1. INTRODUCCIÓ	31
7.2. PART INFERIOR DE LA CARROSSERIA	32
7.3. COSTELLA CENTRAL DE LA PART SUPERIOR	34
8. FABRICACIÓ	36
8.1. INTRODUCCIÓ	37
8.2. REALITZACIÓ DELS MOTLLES	37
8.3. ADEQUACIÓ DEL MOTLLE	37
8.4. LAMINAT DE LA CARROSSERIA	37

8.5. TERMOCONFORMAT DE LES PARTS TRANSPARENTS	38
8.6. FER ELS FORATS PER A FINESTRES I RODES	38
8.7. FIXACIÓ DEL PLÀSTIC DE LES FINESTRES	38
8.8. FIXACIÓ DE LA CARROSSERIA INFERIOR AL XASSÍS	39
8.9. ACOBLAMENT DE LES CARROSSERIES	39
8.10. POSAR ELS ADHESIUS	39
9. PLANIFICACIÓ	40
9.1. INTRODUCCIÓ	41
9.2. IDENTIFICACIÓ DE RISCS	41
9.3. PLANIFICACIÓ	41
10. RESUM DEL PRESSUPOST	44
11. CONCLUSIONS	46
12. RELACIÓ DE DOCUMENTS	48
13. BIBLIOGRAFIA	50
ANNEX A : ANÀLISI DAFO	52
ANNEX B: ESTUDI DE PROCESSOS DE FABRICACIÓ	54
B.1. TAULA COMPARATIVA	55
B.2. INJECCIÓ	55
B.2.1 Avantatges	56
B.2.2. Inconvenients	56
B.3 TERMOCONFORMAT	56
B.3.1. Avantatges	56
B.3.2. Inconvenients	57
B.4. LAMINAT	57
B.4.1. Avantatges	57
B.4.2. Inconvenients	57
B.5. CONCLUSIÓ	58
ANNEX C: ESTUDI DEL MODEL O MOTLLE	59
C.1. TAULA COMPARATIVA	60
C.2. ANÀLISI	60
ANNEX D: ESTUDI DE L'ACOBLEMENT DE LES CARROSSERIES	61
D.1. REQUISITS	62
D.2. ALTERNATIVA 1	62
D.3. ALTERNATIVA 2	63

D.4. TAULA COMPARATIVA.....	64
D.5. CONCLUSIÓ	64
ANNEX E: ESTUDI DELS ANGLES DE VISIÓ	65
E.1. REQUISITS	66
E.2. DETERMINACIÓ DELS ANGLES	67
ANNEX F: CÀLCULS ESTRUCTURALS	69
F.1. INTRODUCCIÓ	70
F.1.1. Càrregues	70
F.1.2. Elements a calcular.....	70
F.1.3. Programa de càlcul	71
F.1.4. Propietats dels materials.....	71
F.2. CARROSSERIA INFERIOR	72
F.2.1. Mallat	72
F.2.2. Fixació.....	72
F.2.3. Càrrega	73
F.2.4. Material	74
F.2.5. Resultats	74
F.2.6. Anàlisi de resultats.....	77
F.3. COSTELLA CENTRAL DE LA PART SUPERIOR.....	78
F.3.1. Mallat	78
F.3.2. Fixació.....	78
F.3.3. Càrrega	79
F.3.4. Material	80
F.3.5. Resultats	80
F.3.6. Anàlisi dels resultats	83
ANNEX G: ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT.....	84
G.1. JUSTIFICACIÓ DE L'ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT	85
G.2. OBJECTE DE L'ESTUDI.....	85
G.3. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS.....	85
G.4. IDENTIFICACIÓ I PREVENCIÓ DE RISCS EN L'ÚS DE LA MAQUINÀRIA/EINES	86
G.4.1. Eines manuals.....	86
G.4.2. Maquinària elèctrica manual.....	87
G.4.3. Robot per a mecanitzar el motlle.....	88
G.5. IDENTIFICACIÓ I PREVENCIÓ DE RISCS EN LES FASES DE LA EXECUCIÓ DEL PROJECTE	89

G.5.1. Fabricació del motlle.....	90
G.5.2. Laminat de la carrosseria	91
G.5.3. Termoconformat de les parts transparents.....	92
G.5.4. Muntatge de la carrosseria	93
G.6. SERVEIS D'HIGIENE I SALUT	95
G.6.1. Labavos.....	95
G.6.2. Farmaciola.....	95
ANNEX H: IDENTIFICACIÓ DE RISCS.....	96
ANNEX I: PLANIFICACIÓ	101

1. INTRODUCCIÓ

1.1. ANTECEDENTS

Aquest projecte es desenvolupa amb la intenció de millorar l'actual cotxe que participa, en nom de la Universitat de Girona, a la shell eco-marathon en la categoria de prototips i amb gasolina com a combustible (al capítol 2 hi ha més informació sobre la competició, l'equip i el cotxe).

El motiu principal que ha donat peu a aquest projecte és la realització d'un estudi aerodinàmic que ha desembocat en un disseny totalment nou de la geometria de la carrosseria. Aquest estudi i el disseny aerodinàmic de la carrosseria obtingut es pot consultar al projecte titulat "Disseny i estudi de l'aerodinàmica del vehicle àliga" de l'autor Albert Marron. A la figura 1 es pot veure la forma que haurà de tenir la nova carrosseria.

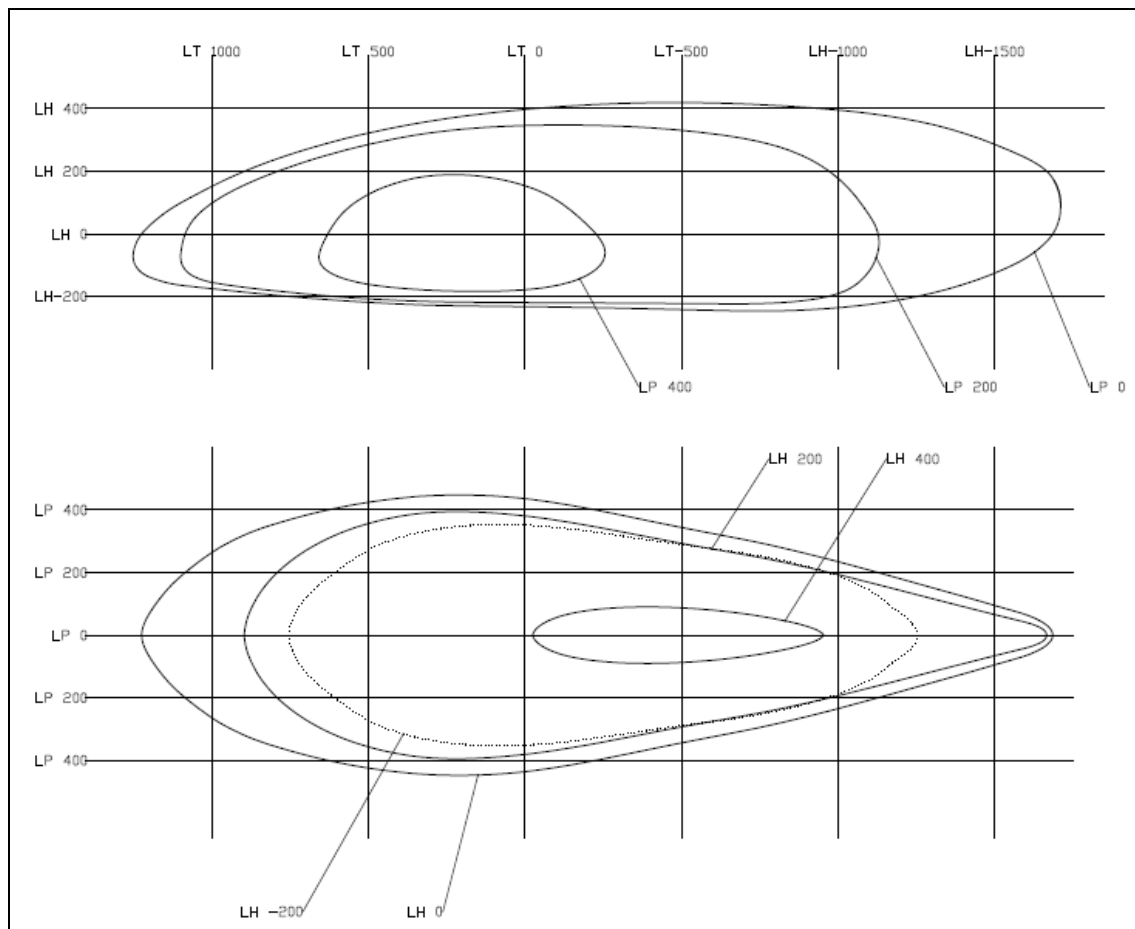


Figura 1 – Forma de la carrosseria.

1.2. OBJECTE

Donada la geometria de la carrosseria per a un vehicle de baix consum, efectuar el projecte tècnic que permeti la seva fabricació i portar a terme la mateixa.

1.3. ESPECIFICACIONS I ABAST

Els requisits que haurà de complir la carrosseria són:

- Estar realitzada abans de la competició (19 de maig)
- S'ha de poder fabricar amb els mitjans disponibles, tant propis com de patrocinadors.
- Que compleixi el reglament de la competició
- Que resisteixi les condicions de cursa i manipulació.
- Que s'adapti al xassís actual.
- Que tingui el mínim pes possible.

Per a realitzar el projecte es faran uns estudis preliminars que consistiran en un anàlisi DAFO¹ on es determinaran els punts forts i febles de la carrosseria anterior i les oportunitats i amenaces d'aquest projecte. Un estudi per determinar quin serà el millor sistema de fabricació tenint en compte el màxim de factors que intervenen.

Es farà la planificació de tot el projecte i de la seva execució per complir amb la data d'entrega. Dins de la planificació també hi haurà una avaluació de riscos per determinar els problemes que poden aparèixer i les seves solucions.

Un cop rebuda la geometria definitiva de la carrosseria, es realitzaran les línies de partició dels motlles i, les obertures necessàries per complir les normes de visibilitat que marca el reglament. També, es farà el disseny de l'acoblament entre el xassís i la carrosseria i, entre les dues parts de la carrosseria.

¹ Anàlisi estructurat dels punts forts, febles, oportunitats i amenaces d'un projecte.

Un cop fet, es podrà passar al disseny estructural, on es determinarà quina serà la configuració i gruix de material necessari en cada part de la carrosseria.

Un cop decidit com serà la carrosseria, s'haurà de realitzar el pla de treball per a ordenar i concretar totes les parts de la fabricació i tots els recursos necessaris.

Abans de l'execució del projecte caldrà fer l'estudi de seguretat i salut per evitar, tan com es pugui, qualsevol accident relacionat amb la fabricació.

Es realitzarà un document de seguiment on es reflexarà l'execució del projecte amb tots els canvis i incidències. S'analitzaran les conseqüències d'aquestes desviacions.

1.4. PETICIONARI

Equip Shell Eco-marathon de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

2. LA COMPTECICIÓ, L'EQUIP I EL COTXE

2.1. LA COMPETICIÓ

La Shell eco-marathon va néixer fa més de 50 anys gràcies a l'afany de superació entre els propis investigadors de la shell, que competien per veure qui era capaç de realitzar el cotxe que recorregués més milles amb un galó de gasolina. Posteriorment, al 1977, aquesta competició es va obrir als equips d'estudiants, marcant així l'inici d'una competició que es convertiria en la més important del món de vehicles de baix consum. Per tenir una idea de la magnitud de la competició, en l'edició anterior es va arribar gairebé als 250 equips participants de tot el món i, en total, la participació de més de 2000 persones. Pel que fa als resultats, l'equip guanyador amb gasolina com a combustible va realitzar un total de 2560 km, només amb un litre.

La competició consisteix en donar set voltes al circuit en un temps màxim d'uns 45 – 50 minuts gastant la mínima quantitat de combustible. Per determinar el resultat, un cop fetes les voltes es comprova el nivell del dipòsit i es fa el càlcul per a saber els quilòmetres realitzats amb un litre de combustible.

Hi ha diferents categories segons el combustible: Gasolina, diesel, GLP, solar... Nosaltres hi participem en la categoria de prototips de gasolina.

L'edició d'enguany, la 22ena, es realitza al circuit francès de Paul Armagnac a Nogaro durant els dies 19, 20 i 21 de Maig.

2.2. L'EQUIP

L'equip de la UdG només té dos anys d'història. Està format per un grup d'estudiants, enginyers titulats que continuen relacionats amb la universitat en grups de recerca o realitzant estudis superiors i un professor que coordina tot el projecte.

Dels estudiants n'hi ha que hi realitzen el projecte final de carrera (seria aquest cas) i, d'altres que hi col·laboren realitzant tasques concretes.

Per a coordinar tot l'equip es realitzen reunions setmanalment on cadascú explica les tasques que ha realitzat. D'aquesta manera s'aconsegueix que

tothom estigui al dia de la feina de l'altre persona i no hi hagi problemes entre els diferents projectes. També, el fet de posar en comú les experiències ajuda a tenir diferents punts de vista i a trobar solucions a problemes que puguin aparèixer.

2.3. EL COTXE

El vehicle, àliga, és un monoplaça de tres rodes, dues davanteres directrius i una posterior motriu. Està propulsat per un motor de gasolina de desbrossadora de la marca japonesa Honda.

L'estructura del cotxe està formada per un xassís i carrosseria independents.

A continuació es detallarà més extensament la part del cotxe que fa referència aquest projecte dels dos primers anys:

2.3.1. Carrosseria del primer any

Es va decidir dividir-la en quatre parts; dues inferiors i dues superiors.

Es va realitzar un model d'espuma de poliuretà donant-li forma llimant a mà.

Per falta de temps es va laminar directament sobre el model sense fer els motlles. El mateix model i el procés de laminat van provocar irregularitats i un mal acabat de la carrosseria.

El material utilitzat va ser la fibra de carboni amb resina epoxy. No es va col·locar cap reforç del tipus espuma o panell d'abella, per aquest motiu, el gruix de fibra de carboni havia de ser suficient per aguantar-se rígidament i suportar els diferents esforços de manipulació i de cursa.

La fixació entre el xassís i la carrosseria es va realitzar mitjançant passamans d'alumini. L'encaix entre les diferents parts de la carrosseria mitjançant perfils angulars d'alumini i passadors.

La geometria marcava molt definidament la posició de les rodes, tal com es pot veure a les figures 2 i 3.



Figura 2 – Part superior i inferior posteriors.

A la figura 3 es poden veure les obertures de les finestres que consistien en una gran finestra davantera i dues laterals petites. Les finestres estaven fetes de policarbonat i, fixades amb reblons. Es pot observar a la figura 3 que els radis de curvatura de les obertures no eren gaire pronunciats, un fet que facilitava la fixació del polímer.



Figura 3 – Part superior davantera

2.3.2. Carrosseria del segon any

Al segon any es va realitzar una nova carrosseria aprofitant el model fet l'any anterior i realitzant els corresponents motlles amb fibra de vidre.

Laminar sobre els motlles va provocar un millor acabat exterior de la carrosseria tot i que es notaven les irregularitats del model pròpies d'un procés realitzat a mà.

Es va decidir dividir-la en dues parts, enlloc de les quatre de l'any anterior.

Es van utilitzar els mateixos materials que l'any anterior però reduint el gruix de paret. Per assegurar la rigidesa es van col·locar reforços en forma de costelles fetes amb panell d'abella als laterals i a la part superior de la peça, tal com es pot veure a la figura 4 i 5.



Figura 4 – Arc de reforç fet amb panell d'abella.

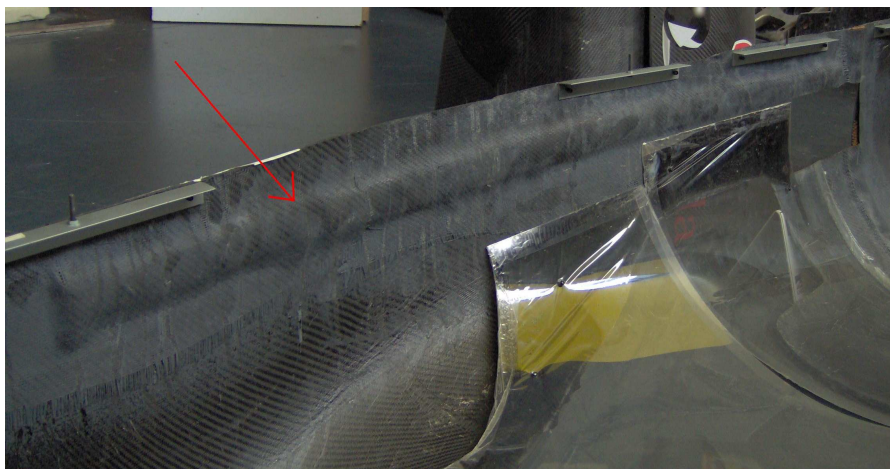


Figura 5 – Reforç lateral fet amb panell d'abella

La fixació entre el xassís i la carrosseria es va realitzar igual que l'any anterior, és a dir, mitjançant passamans.

Una de les novetats d'aquest any és que la part inferior del xassís quedava al descobert i, d'aquesta manera s'estalviava una quantitat considerable de material tal com es pot veure a la figura 6.

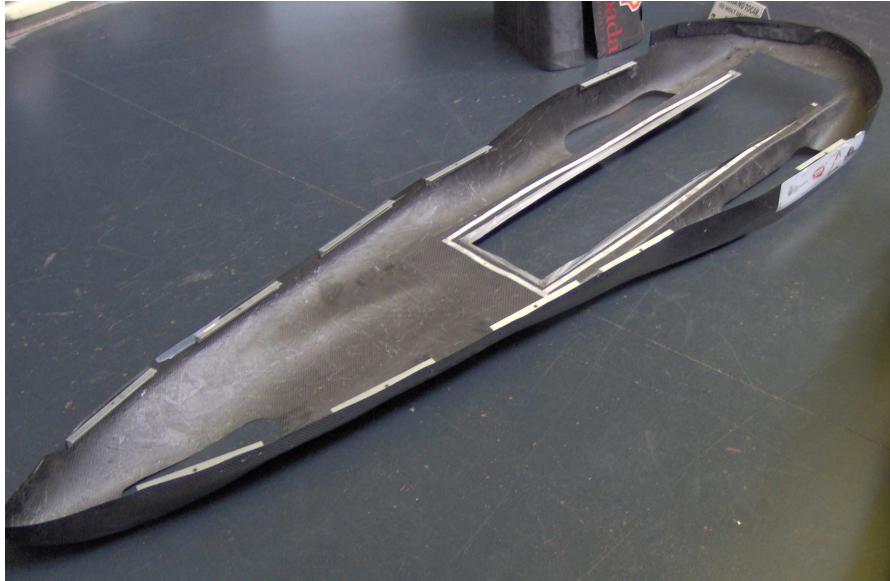


Figura 6 – Part inferior de la carrosseria

L'encaix entre les dues parts de la carrosseria es va fer mitjançant perfils angulars d'alumini i passadors tal com es pot veure a la figura 6.

Es va modificar lleugerament la geometria respecte l'any anterior principalment suavitzant angles.

Pel que fa a les finestres es va passar de tres obertures a una sola. Aquest fet va provocar que s'hagués de fer un afegit a la làmina de policarbonat transparent tal com es pot veure a la figura 7.



Figura 7 – Part superior amb la línia d'unió entre les dues làmines destacada.

Fer una gran obertura va complicar el posicionament correcte del polímer perquè és més complicat que agafi la forma desitjada.

El polímer transparent estava fixat igual que l'any passat, és a dir, amb reblons.

3. ESTUDIS PRELIMINARS

3.1. ANÀLISI DAFO

Primerament s'ha realitzat un anàlisi DAFO, disponible a l'annex A, dels punts forts i dèbils de la carrosseria anterior i de les oportunitats i debilitats del projecte.

L'anàlisi ha determinat una sèrie de debilitats a millorar, com ara l'acoblament entre les carrosseries, les irregularitats de la superfície i la rigidesa lateral. També ha determinat una sèrie d'amenaques, la més important; el temps. I, finalment també s'ha comprovat que el punt fort més destacat és la rigidesa de la part superior i, l'oportunitat principal del projecte és la col·laboració amb la Fundació Eduard Soler.

3.2. ESTUDI DELS PROCESSOS DE FABRICACIÓ

S'ha realitzat un estudi preliminar, disponible a l'annex B, per decidir quin serà el millor procés de fabricació per a realitzar la carrosseria. S'ha comparat el laminat, el termoconformat i la injecció.

S'ha descartat la injecció per la dificultat de realitzar-ho degut als mitjans que disposem, a la nostra inexperiència, a les dimensions de la peça i el cost total.

El termoconformat per a realitzar tota la peça s'ha descartat ja que no disposem dels mitjans ni el suport necessari.

Com a conclusió, s'ha decidit realitzar la carrosseria amb el procés de laminat perquè és el que millor coneixem, tenim els mitjans més preparats i podem utilitzar materials que ens ofereixin millors propietats mecàniques amb un pes reduït.

No es descarta del tot el termoconformat ja que, s'utilitzarà per donar forma a les parts transparents. Ja que no es disposa del temps ni recursos suficients per preparar un termoconformació a màquina, es termoconformarà a mà. Per a fer-ho manualment, cal escalfar una làmina de plàstic apte amb una pistola de calor. Un cop escalfat s'apreta contra sobre la superfície amb la forma desitjada. Amb un drap humit es pot anar refredant el plàstic i donant-li la forma.

4. DISSENY DEL MOTLLE

4.1. INTRODUCCIÓ

Per a la realització d'aquesta part es té l'oportunitat de disposar de la col·laboració de la Fundació Eduard Soler, la qual, està disposada a fer la mecanització. La primera idea que s'havia tingut era realitzar un model a escala 1:1 i, a partir d'aquí fer els motlles, però, a proposta de la Fundació, ha après una segona alternativa: La realització directament dels motlles sense partir del model. Després de fer l'estudi de les dues alternatives, disponible a l'annex C, s'ha vist que amb la primera podíem conservar millor el model i utilitzar-lo fàcilment per a realitzar petites modificacions de cares a pròxims anys. I, amb la segona s'estalvia un pas (els motlles) i, a més, la quantitat de material necessari disminueix, de manera que aconseguim disminuir temps i cost. Per aquest fet, s'ha decidit realitzar directament els motlles.

La fundació Eduard Soler, per a realitzar els motlles únicament cal que se li enviï l'arxiu de la peça dividint-la segons les línies de partició destijades.

4.2. DETERMINACIÓ DE LA LÍNIA DE PARTICIÓ

Després de rebre la geometria definitiva de la carrosseria motiu d'un altre projecte, s'ha decidit que la carrosseria es realitzaria en dues parts, una part superior i una d'inferior. Amb aquesta configuració es simplifiquen els motlles i s'eviten possibles complicacions a la fase de laminat.

Per a generar la línia de partició s'ha utilitzat el mateix programa de dibuix, és a dir, el Rhinoceros® que, automàticament ha detectat els punts on hi ha el canvi de curvatura i, a partir d'aquí ha dibuixat la línia de partició tal com es pot veure a la figura 8.

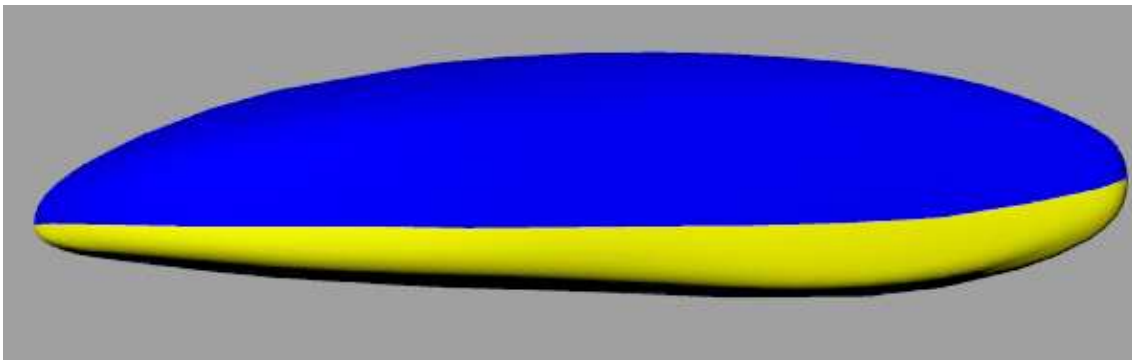


Figura 8 – Visualització de les dues parts de la carrosseria

5. DISSENY DE L'ENCAIX I FIXACIÓ DE LA CARROSSERIA

5.1. ENCAIX ENTRE LES DUES PARTS DE LA CARROSSERIA

L'encaix entre les dues parts de la carrosseria ha de complir les especificacions que marca el reglament en el seu article 59 (accés al vehicle), és a dir, que el/la pilot pugui sortir del vehicle sense assistència i amb facilitat.

Per a complir aquest article la part superior serà desmuntable i la part inferior estarà fixada al xassís, de manera que per entrar i sortir del vehicle farà falta desmuntar tota la part superior.

Per a decidir quin és l'encaix més òptim es realitza un estudi, disponible a l'annex D, on es plantegen dues alternatives d'encaix.

La primera alternativa plantejada és la utilitzada els anys anteriors, és a dir, utilitzar perfils angulars d'alumini per a obtenir una superfície plana de recolzament entre les dues parts de la carrosseria i, després, mitjançant passadors fer l'encaix. Aquesta alternativa es descarta degut al salt qualitatiu i, sense excés de dificultat de la segona.

La segona alternativa i, l'escollida, consisteix en posar a la fase de laminat una làmina d'espuma o panell d'abella entremig de les capes de carboni resseguint tot el cantell de la peça. D'aquesta manera fem que el recolzament entre les dues carrosseries sigui una superfície plana. Un cop aconseguit el recolzament pla i amb la peça ja desenmotllada es fixarà una làmina d'un polímer de suficient resistència a la paret interior del cantell de la carrosseria inferior tal com s'indica a la figura 9.

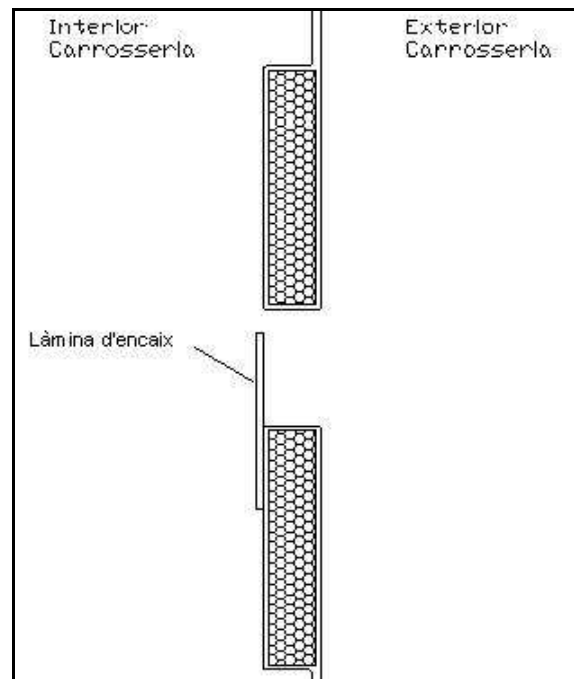


Figura 9 – Encaix de les dues parts de la carrosseria

Amb les proves, es pot veure convenient assegurar l'encaix per impedir que salti la carrosseria superior, si fos així, es posarien algunes tires de velcro a la part plana del recolzament.

Amb aquest sistema es fa un salt qualitatiu respecte a l'anterior perquè s'aconsegueix reduir pes, assegurar un posicionament pràcticament perfecte entre les carrosseries i, a més, al mateix temps es reforça tot el contorn de la carrosseria. L'únic aspecte negatiu és que no es té cap experiència amb aquest sistema.

5.2 FIXACIÓ DE LA CARROSSERIA AMB EL XASSÍS

La fixació de la carrosseria inferior es farà mitjançant vuit passamans d'alumini de 10mm d'amplada i 2mm de gruix col·locats a la part davantera, a la part mitja, a la posterior i assegurant la paret lateral. Aquests passamans se'ls hi donaran les curvatures necessàries perquè es recolzin correctament a les parets a unir. Estaran fixats amb cargols que seran de cabota arrodonida perquè no sobresurtin. Les femelles seran de papallona per facilitar el muntatge i desmuntatge.

6. DISSENY DE LES OBERTURES

6.1. DISSENY DE LES FINESTRES DE VISIÓ DIRECTA

Tal com diu el reglament en el seu article 33 referent a la visibilitat: "...ha de ser capaç de veure 7 blocs de 60cm d'alt distribuïts cada 30° formant mig cercle de radi 5m a davant del vehicle". Aquest article no és teòric, és a dir, que a la inspecció inicial dels cotxes es comprova, entre d'altres coses, aquest article posant uns "conos" amb un número cadascun que, l'inspector ha de poder veure.

A la figura 10 es pot veure l'esquema de la prova de visibilitat, on els punts vermells són els "conos" i l'objecte blau el cotxe.

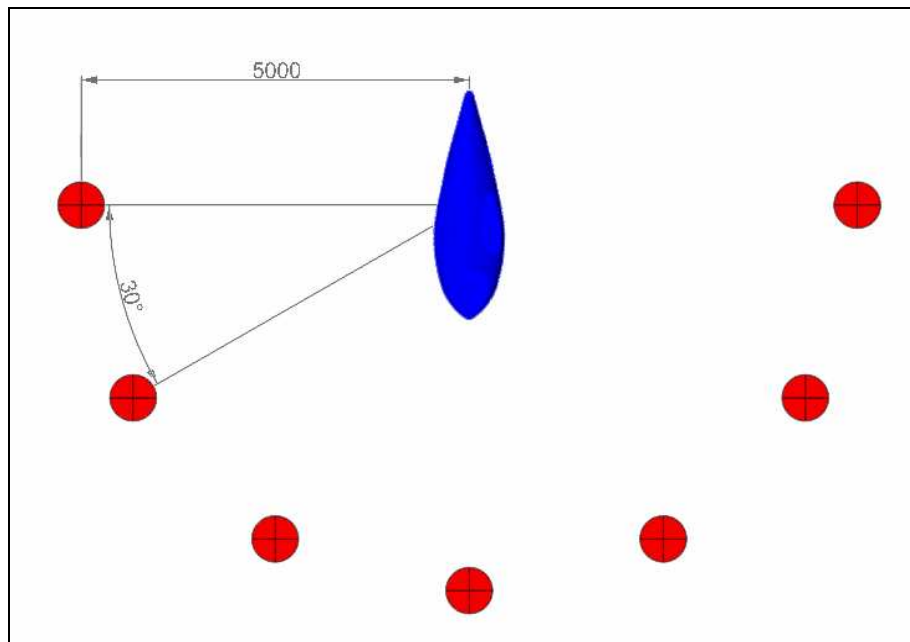


Figura 10 – Esquema de la prova de visibilitat

Abans d'obtenir la geometria de la carrosseria, procedent de l'estudi aerodinàmic, s'ha realitzat l'estudi preliminar dels angles de visió necessaris disponible a l'annex E.

En aquest estudi s'ha representat en Autocad® 2D la prova de visibilitat. S'han dibuixat els blocs de 60cm d'alt, el xassís i les rodes del cotxe. S'ha col·locat, mitjançant mesures experimentals, a on aniria el cap de la pilot i, a partir d'aquí s'ha pogut definir la posició dels ulls.

S'han realitzat dues alternatives de visibilitat segons el número de blocs visibles des de cada finestra. S'escull l'opció que, amb la finestra frontal només es vegi el bloc situat a davant i, les obertures laterals serveixin per veure 3 blocs cadascuna.

S'opta per aquesta alternativa per tenir més espai entre les obertures laterals i la frontal un cop retallades. D'aquesta manera es pot aconseguir una millor rigidesa de la carrosseria.

Un cop rebuda la geometria es modelitza amb Poser® un "ninot" 3D representant la pilot. Ha fet falta saber l'alçada de la pilot i la seva complexió. Aquest "ninot" ens servirà per determinar la posició dels ulls en l'arxiu 3D.

Un cop obtingut el ninot se li ha donat la posició de conducció gràcies a les dades experimentals que ja disposàvem. A la figura 11 es pot veure el "ninot" obtingut i la posició de conducció.

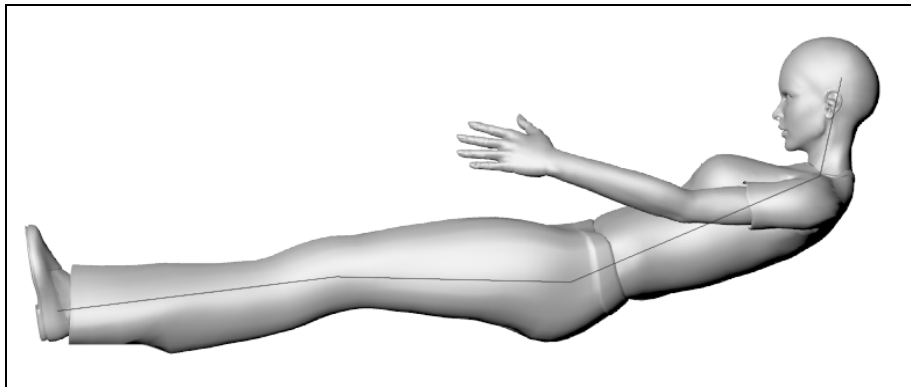


Figura 11 – "Ninot" amb la posició de conducció.

Ja fets tots aquests passos, s'ha pogut importar el "ninot" a l'arxiu rhino de la geometria de la carrosseria.

A l'arxiu rhino s'ha representat en 3D la prova de visibilitat.

Els angles calculats anteriorment han servit d'orientació per fer diferents proves fins aconseguir unes finestres que compleixin el reglament. Un cop aconseguits els mínims s'ha procurat ampliar la visió per obtenir un millor confort de conducció.

Les comprovacions es fan directament amb la visualització per pantalla.

Les formes escollides per fer les finestres han estat el·lipses projectades a la superfície ja que segueixen la línia estètica de la carrosseria. També s'han escollit aquestes formes per facilitar el retall.

Amb les figures 12 i 13 es pot comprovar la visió frontal i la visió lateral en el punt més desfavorable però, que el compleix sense problemes.

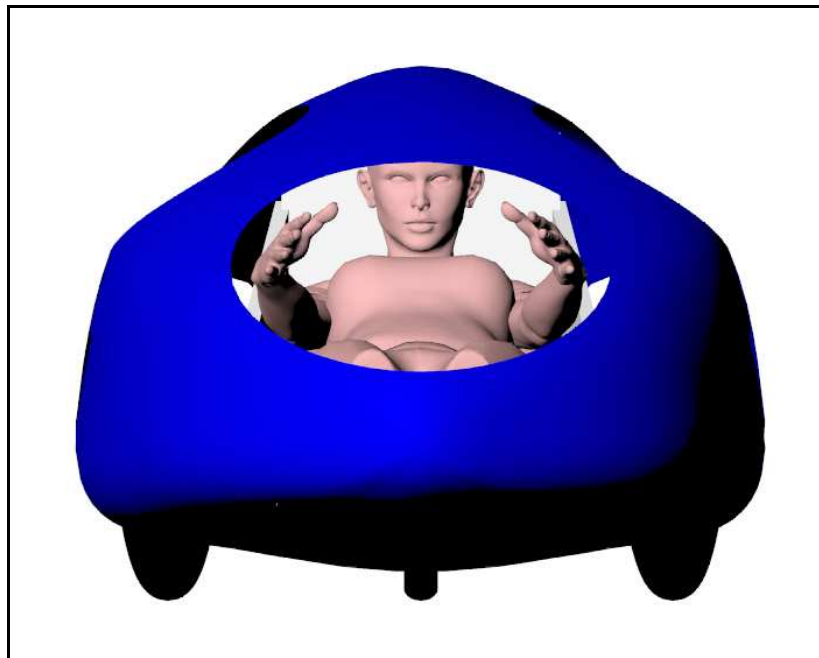


Figura 12 – Visió frontal

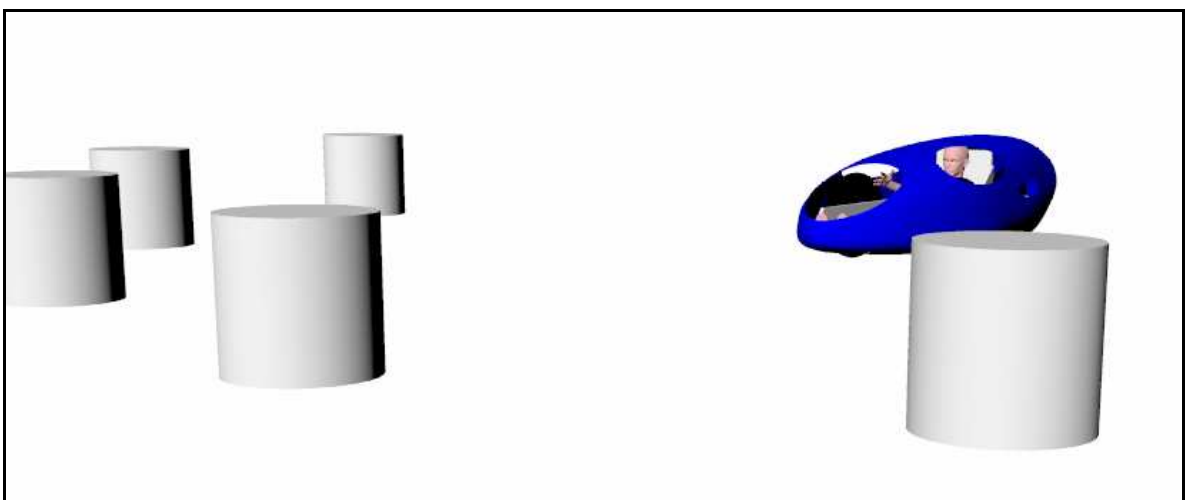


Figura 13 – Comprovació de la visió lateral.

Les obertures obtingudes asseguruen el compliment del reglament de la competició però, es poden modificar en fase d'execució d'acord amb les preferències de les pilots per aconseguir una millor visibilitat durant la cursa.

6.2. DISSENY DE LES FINESTRES PER ALS MIRALLS RETROVISORS

Segons diu l'article 33 referent a la visibilitat: "el vehicle ha d'estar equipat amb un mirall per a la visió lateral a cada costat del vehicle, cada mirall ha de tenir una àrea mínima de 25cm²". Aquest article, tal com passa amb el fragment referent a la visió directa, es comprova experimentalment durant la inspecció dels vehicles.

La recomanació del disseny aerodinàmic motiu d'un altre projecte diu que el més òptim aerodinàmicament és col·locar els retrovisors a l'interior de la carrosseria. Per portar-ho a terme s'han dissenyat les obertures necessàries. Cal dir que el disseny de la ubicació dels miralls i el posterior foradat de la carrosseria són una orientació degut a la complexitat que comporta per dos motius principals:

- En aquesta fase de disseny del cotxe no es sap exactament tots els elements que aniran col·locats a les possibles zones on hi puguin anar els miralls ni a la seva línia de visió.
- Amb els mitjans disponibles és molt difícil fer un càlcul exacte de la posició del mirall i de la obertura per assegurar que compleixi el reglament.

Per aquests motius, s'haurà de col·locar el mirall i fer el forat necessari a la carrosseria experimentalment però, seguint les orientacions que marca aquest projecte.

S'ha suposat que el mirall aniria col·locat a prop de la roda i en la seva part superior i, a partir d'aquí s'ha foradat l'àrea necessària de la part posterior de la carrosseria tal com es pot veure a la figura 14.

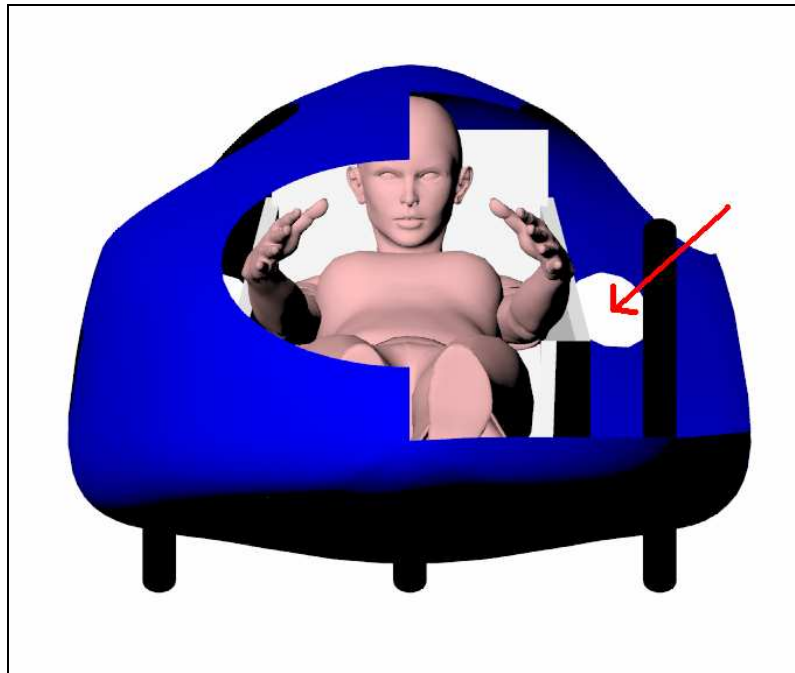


Figura 14 – Obertura per a la visió del mirall retrovisor.

A les figures 15 i 16 es pot veure una vista lateral i una superior de les finestres dissenyades.

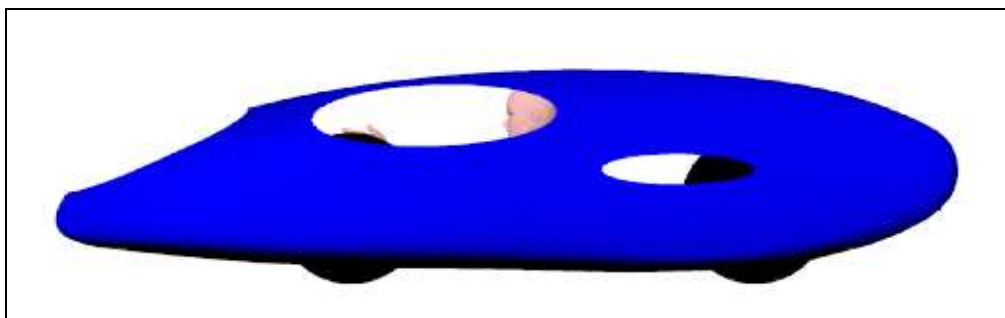


Figura 15 – Vista lateral de les obertures.

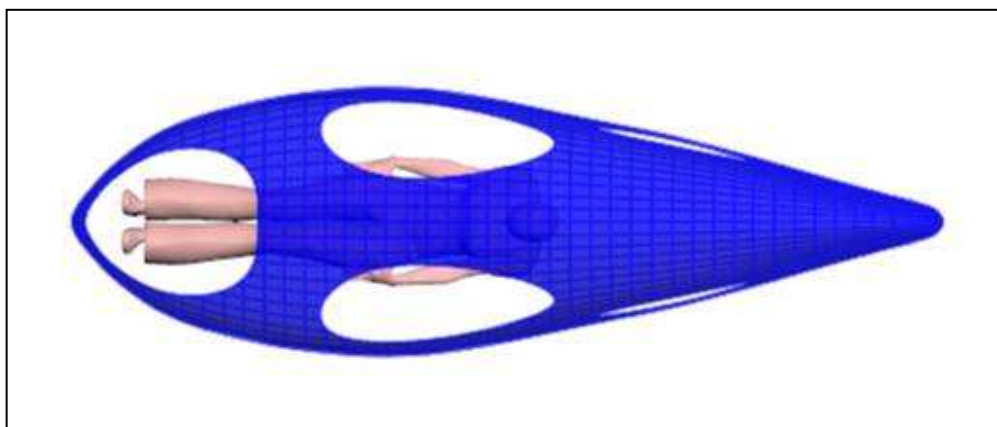


Figura 16 – Vista superior de les obertures.

6.3. DISSENY DELS FORATS PER A LES RODES

L'ideal és realitzar uns forats el màxim d'ajustats a les rodes tenint en compte l'angle màxim de gir. Aconseguir aquest ajustament és pràcticament impossible ja que el cotxe en funcionament té vibracions. També hem de tenir en compte que aquests talls es realitzaran a mà. Degut a les vibracions i a les limitacions d'un tall a mà es dissenyen els forats una mica més grossos. S'ha de tenir en compte que aquests forats poden ser modificats si a la pràctica es creu convenient.

A la figura 17 es poden veure els talls per a les rodes.

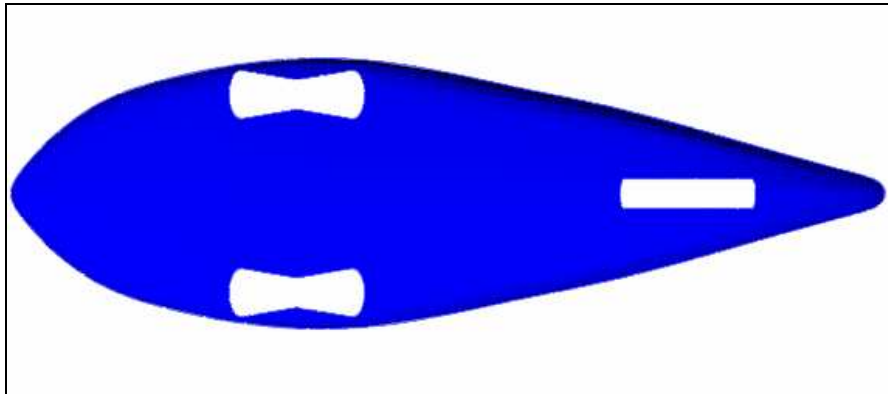


Figura 17 – Visualització dels forats per a les rodes

7. CÀLCUL ESTRUCTURAL

7.1. INTRODUCCIÓ

Durant la cursa les càrregues que ha de suportar són pràcticament inexistents. El cotxe només va a una velocitat mitjana de 30 km/h.

Degut a que les condicions de treball de la carrosseria són molt poc exigents, s'ha plantejat com a condició més desfavorable la manipulació. Concretament s'ha considerat que el més perillós per a la carrosseria és que algú s'hi recolzi a sobre.

Degut a la dificultat per a calcular tot el conjunt i a l'escassa importància dels càlculs, es decideix analitzar dos elements:

- Tota la part inferior de la carrosseria amb els reforços laterals i les fixacions.
- El reforç central tipus costella de la part superior.

Per a realitzar els càlculs s'ha utilitzat el MSC Patran® combinat amb MSC Marc®. Per importar el model de Rhinoceros® a Patran® s'utilitza el format ACIS.

El procés per arribar a fer el càlcul és el següent:

- Importació del model de rhino.
- Mallat de la superfície a analitzar
- Selecció dels punts de fixació
- Aplicació de la càrrega
- Introducció de les dades dels materials
- Determinació de les capes de material

Un cop fet el càlcul s'ha de fer l'anàlisi i la interpretació dels resultats.

Per a una explicació més extensa i aprofundida es pot consultar l'annex F.

7.2. PART INFERIOR DE LA CARROSSERIA

A la figura 18 es pot veure l'element a analitzar mallat.

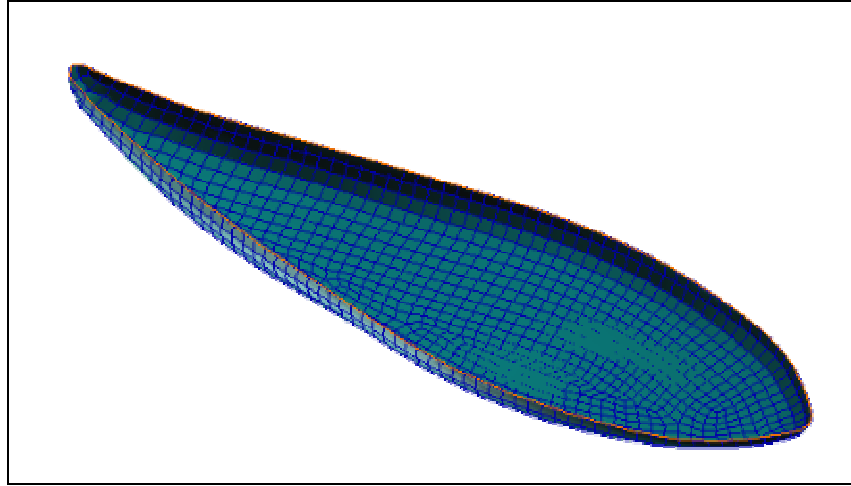


Figura 18 – Part inferior mallada

S'han considerat dos punts de fixació a davant del xassís, dos més al mig i dos més a la part de darrera. També s'han col·locat dos punts de fixació laterals.

La càrrega s'ha considerat de 50kg incloent el pes de la part superior (3-4kg) de la carrosseria.

Aquesta càrrega s'ha aplicat a tota la vora on es recolza la part superior.

Es col·loquen quatre capes unidireccionals de fibra de carboni a 0° i 90° . Al llarg de tota la vora i entremig del carboni es col·loca una làmina de 5cm d'ample i 5mm de gruix de panell d'abella.

Un cop calculat, s'obté un desplaçament màxim de 31.9mm situat a la part davantera de la carrosseria tal com es pot veure a la figura 19.

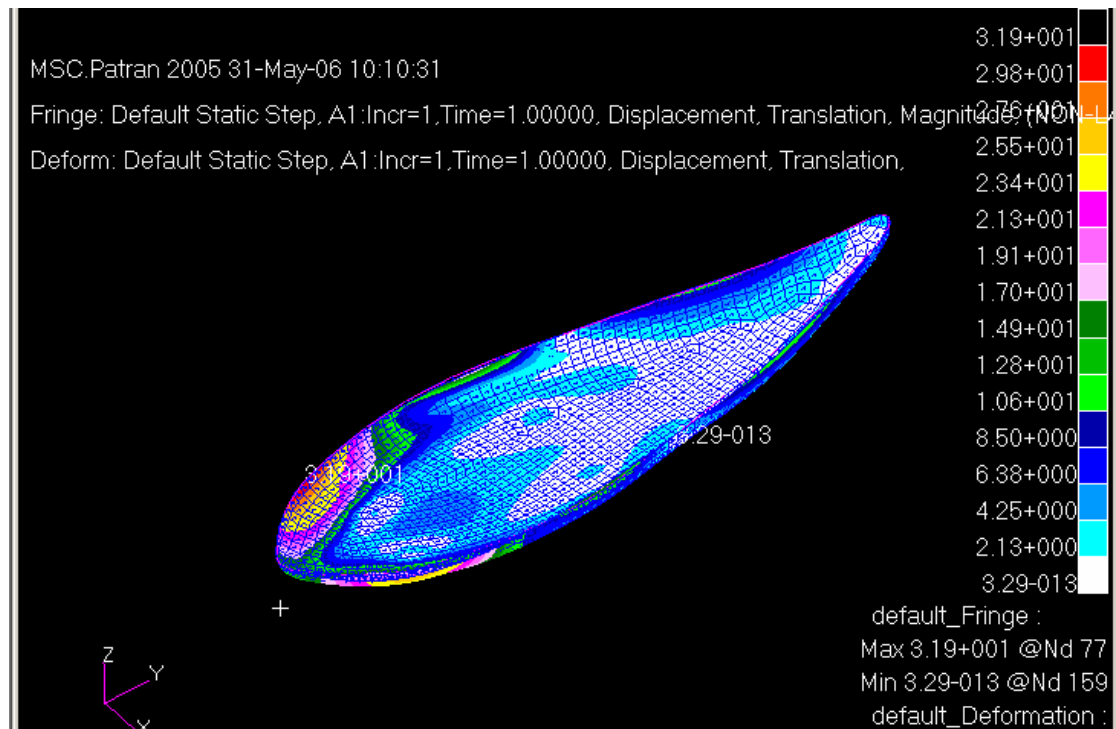


Figura 19 – Representació gràfica de les deformacions.

Es pot veure que els coeficients de seguretat són molt superiors a 1. Podem estar ben segurs que la part inferior no trenca. El coeficient més baix és de 6,15.

Ja que hem obtingut un valor important (31,9 mm) de desplaçament màxim i, tenint en compte que s'hauran de fer els forats per a les rodes, es col·locaran tres costelles; una al morro de la carrosseria i dues entremig de les rodes, per assegurar completament la rigidesa. A la figura 20 es pot veure la distribució dels reforços destacats amb color taronja.

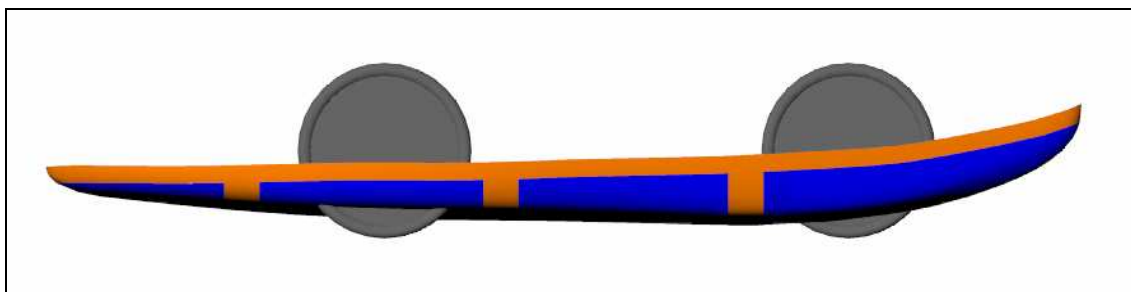


Figura 20 – Distribució dels reforços de la part inferior

7.3. COSTELLA CENTRAL DE LA PART SUPERIOR

A la figura 21 es pot veure l'element a analitzar mallat.

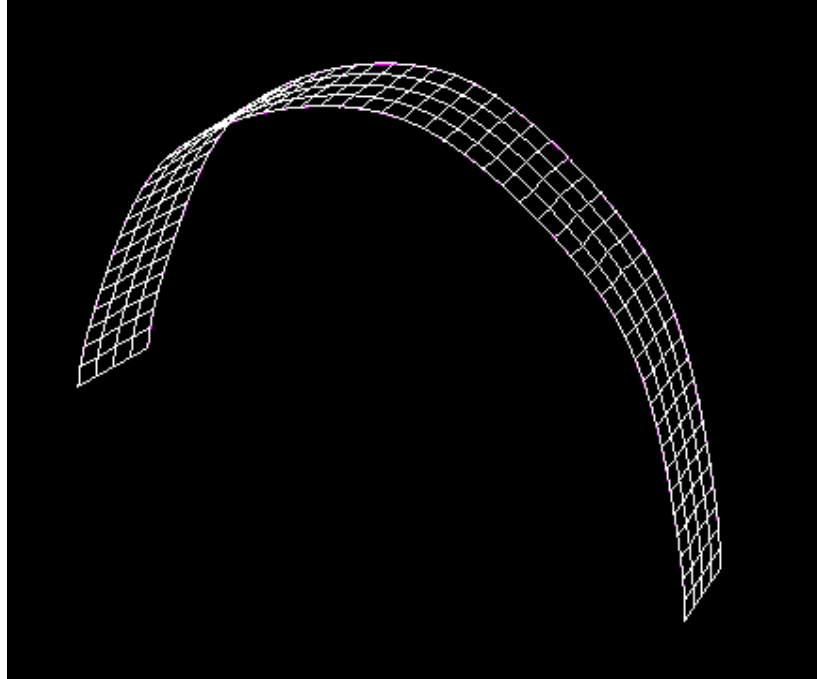


Figura 21 – Costella mallada

S'ha fixat cadascun dels extrems de la costella.

S'ha aplicat una pressió de $1,25 \text{ kg/cm}^2$ en una àrea de 75 cm^2 de la part superior de la costella.

Es col·loquen quatre capes unidireccionals de fibra de carboni a 0° i 90° . Entremig del carboni es col·loca una làmina de 5mm de gruix de panell d'abella.

Un cop calculat s'obté un desplaçament màxim de 20.5mm situada entremig de l'aplicació de càrregues i de la fixació tal com es pot veure a la figura 22.

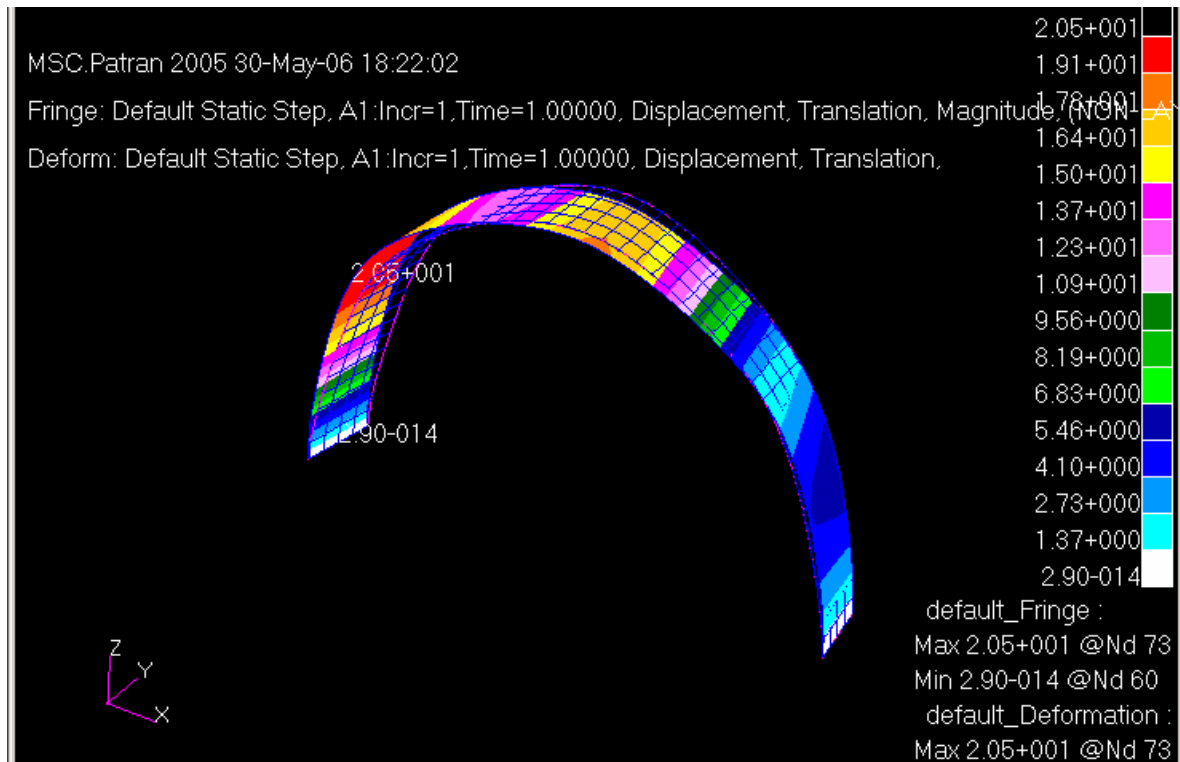


Figura 22 – Representació gràfica de les deformacions.

Es pot veure que els coeficients de seguretat són molt elevats. Es pot estar ben segur que la costella no trencarà. Tots els coeficients són superiors a 2000.

Amb els desplaçaments s'obté un valor màxim de 20.5 mm. Aquest valor pot semblar important però, no ho és tant si tenim en compte les dimensions de la peça i, que hi falta la resta de la part superior.

Per assegurar la rigidesa de la part superior es col·locaran tres elements d'aquest tipus entremig dels espais destinats a les finestres tal com es pot veure a la figura 23. Les zones de color taronja representen allà on s'ha de col·locar el panell d'abella.

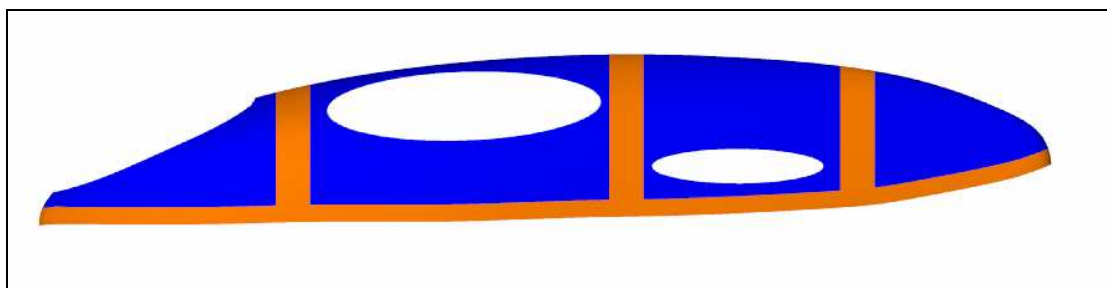


Figura 23 – Zones on es col·locarà el panell d'abella.

8. FABRICACIÓ

8.1. INTRODUCCIÓ

S'ha realitzat un estudi bàsic de seguretat i salut disponible a l'annex G. Les mesures preventives dictades per l'estudi seran d'obligat compliment durant tota l'execució del projecte. D'aquesta manera s'intenta evitar al màxim qualsevol lesió o malaltia produïda com a conseqüència del treball.

El procés de fabricació constarà de:

8.2. REALITZACIÓ DELS MOTLLES

Es realitzarà un motlle per a la part superior i un per a la part inferior.

Seràn mecanitzats per la Fundació Eduard Soler mitjançant un robot. Ells, a partir dels arxius amb el dibuix de les dues parts de la carrosseria que se'ls hi faran arribar, prepararan la mecanització.

S'utilitzaran 0.5m³ de plaques d'espuma de poliuretà mecanitzable.

8.3. ADEQUACIÓ DEL MOTLLE

Es revisarà el motlle mecanitzat i es realitzaran els afinaments necessaris llimant amb paper de vidre.

Després se li aplicarà dues capes de cera d'abella per a facilitar el desenmotllamet.

8.4. LAMINAT DE LA CARROSSERIA

Es tallarà la fibra de carboni teixida de 200gr/m² seguint com a orientació els patrons definits als plànols. La fibra tallada es col·locarà simètricament a un costat i a un altre del motlle de manera que, amb dos retalls es farà una capa. Els patrons ja incorporen el solapament entre capes però, s'assegurarà que com a mínim sigui de 8cm.

La fibra s'amararà, mitjançant rodets, amb resina epoxy tipus Epolam 2020.

Un cop col·locada la primera capa es posaran, seguint els plànols, els reforços de panell d'abella de 5mm de gruix. Després, es posarà la segona capa de fibra de carboni i s'amararà amb la resina epoxy.

Es cobrirà tot el laminat amb film sagnador i, amb una manta d'absorció. D'aquesta manera l'excés de resina passarà a través del film i serà absorbit per la manta.

Finalment es realitzarà la bossa de buit comprovant que no hi hagi pèrdues. Per a determinar el temps de polimerització i de curat es seguiran les indicacions del fabricant de la resina.

Un cop es tingui la peça sòlida es podrà procedir al desenmotllament.

Un cop desenmotllada s'hauran de repassar els cantells.

8.5. TERMOCONFORMAT DE LES PARTS TRANSPARENTS

S'utilitzaran làmines de 0,4mm de PVC i la pròpia peça laminada com a motlle. Aquestes làmines s'escalfaran amb pistoles de calor. Es col·locaran a la zona on hi anirà una finestra i s'apretaran contra ella fins que agafin la forma. Amb un drap humit es podrà anar refredant la làmina i acabar de donar-li la forma.

8.6. FER ELS FORATS PER A FINESTRES I RODES

Mitjançant els plànols i els patrons de tall es determinaran les zones a retallar per a les finestres i pels forats de les rodes. Un cop marcada la línia de tall es procedirà a retallar-la mitjançant una serra circular tipus dremel.

8.7. FIXACIÓ DEL PLÀSTIC DE LES FINESTRES

Es retallaran les làmines deixant 5cm de marge per a la fixació.

S'enganxaran a la part interior de la carrosseria mitjançant adhesiu cianocrilat.

En cas que l'adhesiu no fos suficient s'asseguraria la unió mitjançant reblons.

8.8. FIXACIÓ DE LA CARROSSERIA INFERIOR AL XASSÍS

Es posicionarà la carrosseria correctament respecte el xassís.

Es fixaran simètricament dos punts de la part davantera del xassís, dos punts de la part mitja, dos punts de la part posterior i dos punts laterals de la part mitja seguint els plànols.

Es donarà forma, seguint els plànols de detall, als passamans d'alumini de 10mm d'ample i 2mm de gruix que faran d'unió. Tal com diuen els plànols, s'hauran de recolzar planament sobre la carrosseria i el xassís.

Es foradarà el passamà, el xassís i la carrosseria i es fixaran amb els cargols, femelles i volanderes definits als plànols

8.9. ACOBLAMENT DE LES CARROSSERIES

S'utilitzaran làmines de PVC rígid d'1mm de gruix. Es retallaran tires de 3cm d'ample i s'enganxaran amb adhesiu cianocrilat tal com indiquen els plànols de detall. S'enganxaran a tota la paret interior de la carrosseria inferior.

Si fos necessari es col·locarà algunes tires de velcro per fixar l'encaix.

8.10. POSAR ELS ADHESIUS

Es fixaran els adhesius oficials de la shell eco-marathon seguint la distribució que marca el reglament. Els adhesius dels nostres patrocinadors s'enganxaran a les parts que quedin lliures.

En cas que la pròpia cola dels adhesius no sigui suficient s'utilitzarà adhesiu cianocrilat.

9. PLANIFICACIÓ

9.1. INTRODUCCIÓ

Es molt important en aquest projecte fer una bona planificació per poder complir amb els requisits que són molt exigents en la data d'entrega de la carrosseria.

També és necessari fer una identificació de riscos per controlar tots els problemes que puguin aparèixer i determinar les solucions a adoptar.

9.2. IDENTIFICACIÓ DE RISCS

En la identificació de riscos, disponible a l'annex H, s'han identificat el màxim de riscos possibles que podien afectar al desenvolupament del projecte. A cadascun d'aquests riscos se li ha donat una o varies solucions. I, a cada solució s'ha identificat en què afectarà al projecte; en cost, temps o qualitat.

Aquest estudi serà molt valuós quan ens trobem amb algun problema ja que, gràcies a aquest anàlisi, podrem obtenir ràpidament varies solucions possibles i en què afectaràn cadascuna. D'aquesta manera, serà una eina molt útil per prendre les decisions.

9.3. PLANIFICACIÓ

S'ha realitzat una planificació del projecte i de la seva execució, disponible a l'annex I. Aquesta planificació s'ha realitzat amb el programa Microsoft® Project.

S'han marcat com a tasques a realitzar, les següents:

Inici

Estudis previs

Escollir sistema fabricació

Escollir materials

Rebre geometria carrosseria

disseny carrosseria

Aprendre programa de càlcul

- Determinar situació forats
- Determinar línia de desmoldeig
- Determinar parts transparents (visibilitat)
- Determinar acoblament de les parts de la carrosseria
- Determinar acoblament carrosseria - xassís
- Determinar gruixudàries i reforços
- Determinar acabats

disseny fabricació

- Estudi preliminar del motlle
- Disseny del motlle
- definir les parts de la producció
- Determinar els recursos necessaris
- Aprovisionament dels materials
- Aprovisionament de les eines/màquines
- Coordinació d'horaris i recursos humans

Fabricació

- Realització del motlle a la fundació Eduard Soler
- Adequació del motlle
- Laminat de la carrosseria
- Termoconformat de les parts transparents
- Fer els forats per a les finestres i rodes
- Fixar el plàstic de les finestres
- Fixar la carrosseria inferior al xassís i fer l'acoblament
- Posar els adhesius

Redacció

- Redacció de la memòria
- Redacció estudi seguretat i salut
- Redacció plec de condicions
- Realització dels plànols
- Redacció del pressupost

Final

A cadascuna de les tasques, se'ls hi ha assignat un temps. Un cop definida la duració s'ha programat que la carrosseria estigués físicament realitzada el dia

12 de maig. D'aquesta manera ens hem donat una setmana de marge per assegurar que el dia 19 (la data límit) estarà realitzada. Aquesta programació ha donat com a data d'inici el dilluns 23 de febrer del 2006.

Per a visualitzar les tasques i els temps s'ha realitzat un diagrama de gantt. El programa ha determinat automàticament la ruta crítica, disponible a l'annex. Si alguna activitat d'aquesta ruta es retrassa o dura més del previst la data d'entrega de la carrosseria no es complirà.

Després d'assignar els temps, s'ha assignat els recursos humans necessaris per aquesta tasca, ja siguin enginyers, motllistes, redactors, calculistes, operaris o estudiants. I, a cadascuna d'aquestes persones se li ha assignat un preu per hora.

També s'ha definit els recursos materials necessaris i el seu preu a cadascuna de les parts de la fabricació, aquestes dades serviràn per a confeccionar el pressupost.

10. RESUM DEL PRESSUPOST

10. RESUM DEL PRESSUPOST

	Realització del motlle	10.000,00 €
	Adequació del motlle	960,00 €
	Laminat de la carrosseria	1.919,00 €
	Termoconformat de les finestres	174,75 €
	Fer els forats de rodes i finestres	240,00 €
	Fixar el plàstic de les finestres	240,00 €
	Fixar carrosseria i acoblament	249,68 €
	Posar adhesius	160,00 €
	Total execució material	13.943,43 €
13% Despeses generals	1.812,64 €	
6% Benefici industrial	836,61 €	
	Suma de D.G. i B.I.	2.649,25 €
16% I.V.A.		2.230,95 €
	Total pressupost general	18.823,63 €

El pressupost general ascendeix a la quantitat de DIVUIT MIL VUIT-CENTS VINT-I-TRES EUROS amb SEIXANTA-TRES CÈNTIMS.

Albert Martos Ros
19 de Juny del 2006

11. CONCLUSIONS

11. CONCLUSIONS

El projecte tècnic compleix satisfactòriament les especificacions requerides a la peça.

En la fabricació s'han acomplert els requeriments de data d'entrega i s'adapta als mitjans disponibles, tant propis com de patrocinadors. S'adjunta un document de seguiment (document 6) on s'han anotat tots els canvis i incidències esdevingudes durant l'execució.

S'afirma, doncs, que els objectius marcats a l'hora d'iniciar el projecte i, reflexats en les especificacions s'han assolit.

Albert Martos Ros

19 de Juny del 2006

12. RELACIÓ DE DOCUMENTS

12. RELACIÓ DE DOCUMENTS

- DOCUMENT 1: MEMÒRIA
 - ANNEX A: Anàlisi DAFO
 - ANNEX B: Estudi de processos de fabricació
 - ANNEX C: Estudi del model o motlle
 - ANNEX D: Estudi de l'acoblament de les carrosseries
 - ANNEX E: Estudi dels angles de visió
 - ANNEX F: Càlculs estructurals
 - ANNEX G: Estudi de seguretat i salut
 - ANNEX H: Planificació
 - ANNEX I: Identificació de riscos
- DOCUMENT 2: PLÀNOLS
- DOCUMENT 3: PLEC DE CONDICIONS
- DOCUMENT 4: ESTAT D'AMIDAMENTS
- DOCUMENT 5: PRESSUPOST
- DOCUMENT 6: SEGUIMENT

13. BIBLIOGRAFIA

13. BIBLIOGRAFIA

MICHAELI, WEGENER, CAPELLA. Tecnología de los composites / plásticos reforzados. Hanser Editorial. Munich, Viena, Hanser. 1989.

RAMOS CARPIO M. A., DE MARÍA RUIZ M. R. Ingeniería de los materiales plásticos. Editorial Díaz de santos. Madrid. 1988.

NAVARRO J.L. Maquetas, modelos y moldes: Materiales y técnicas para dar forma a las ideas. Publicacions de la Universitat Jaume I. Castelló de la plana. 2000.

LESKO J. Diseño industrial: guía de materiales y procesos de manufactura. Editorial Limusa Wiley. Mexico. 2004.

TILLEY A.R. The measure of man and woman: human factors in design. Editorial John Wiley & Sons, inc. New york. 2002.

VERZUH E. The portable MBA in project management. Editorial John Wiley & Sons, Inc. New Jersey. 2003.

DURAN E. Projecte de disseny i realització del xassis i la carrosseria d'un vehicle de baix consum. Projecte/Treball Fi de Carrera. Enginyeria Tècnica Mecànica Industrial. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. 2004.

RODRÍGUEZ X. Disseny de la part posterior d'un prototip de baix consum realitzat amb materials compòsits mitjançant el mètode dels elements finits. Projecte/Treball Fi de Carrera. Enginyeria Industrial. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. 2005.

ANNEX A : ANÀLISI DAFO

ANNEX A: ANÀLISI DAFO

(D) Debilitats

Acoblament carcassa de fibra de carboni amb la part transparent.

Miralls

Acoblament carrosseria – xassís

Acoblament de la part superior amb l'inferior de la carrosseria.

Dissipació de la calor de l'interior del vehicle

Sistema de sortida d'emergència de la pilot

Carrosseria asimètrica i irregular

Rigidesa lateral

Acabat dels talls fets a la carrosseria

(A) Amenaces

Falta de patrocinadors per realitzar la millor solució

Falta de temps per acabar la fabricació de la carrosseria

Disposar del disseny de la carrosseria amb retràs

(F) Punts forts

Rigidesa de la part superior de la carrosseria.

Acabat superficial exterior

Pes (part superior 5300g, part inferior 1900g)

(O) Oportunitats

Poder fer el model a Soler i Palau

ANNEX B: ESTUDI DE PROCESSOS DE FABRICACIÓ

B.1. TAULA COMPARATIVA

pitjor - + ++ millor

	Laminat	Termoconformat	Injecció
Temps total requerit	-	+	+
Preu motlle	+	+	-
Suport dels actuals patrocinadors	++	-	-
Possibilitat de realitzar-ho nosaltres	++	+	-
Acabats	+	++	++
Relació resistència/densitat dels materials que podem utilitzar (Resistència específica)	++	+	+
Experiència	++	-	-

B.2. INJECCIÓ

Mètode utilitzat per a realitzar grans sèries de peces gràcies a la seva rapidesa a l'hora de realitzar les peces un cop fet el motlle i la preparació de la màquina corresponent.

Consisteix en una màquina on s'hi posa el polímer granulat que, mitjançant un procés d'escalfament i pressió s'injecta dins el motlle en estat líquid. Es deixa solidificar i, un cop sòlid ja es pot desenmotllar la peça obrint mecànicament el motlle.

B.2.1 Avantatges

Mètode molt ràpid en l'execució. Pràcticament, l'únic avantatge que es pot obtenir amb aquest sistema és l'acabat, ja que, si es dissenya i es regula bé la injecció no hi ha d'haver cap irregularitat a la geometria.

B.2.2. Inconvenients

La dificultat per a realitzar el motlle i el seu preu, ja que, s'han d'utilitzar metalls perquè aguantin la pressió de la injecció.

Dificultat a l'hora de preparar la màquina i ajustar la injecció perquè és una peça molt gran.

Entre els patrocinadors no hi ha cap empresa directament relacionada amb la injecció i, dins l'equip, tampoc hi ha ningú amb experiència amb aquest sistema ni disposem, fàcilment, de les instal·lacions necessàries.

B.3 TERMOCONFORMAT

Mètode utilitzat per a realitzar grans series de productes normalment de poca complicació i de baix cost.

Consisteix en posar una làmina de polímer compatible amb aquest procés, dins una màquina que l'escalfa fins a perdre tota la rigidesa però sense fondre'l.

A sota de la làmina hi ha el model de la peça a obtenir que, un cop escalfat el polímer es fa pujar mecànicament de manera que la làmina agafa la forma del model. Per a obtenir una millor forma normalment s'utilitza el buit. Un cop refredada la peça ja es pot retirar el model, que servirà per fer altres peces.

B.3.1. Avantatges

És un sistema senzill i ràpid en l'execució.

L'acabat superficial final és el de la làmina, és a dir, fi. També hi ha la possibilitat de termoconformar un polímer transparent, un aspecte que milloraria molt la visibilitat.

B.3.2. Inconvenients

Degut a les dimensions de la carrosseria es necessiten màquines de termoconformar molt grosses i, les que tenim disponibles són de dimensions reduïdes.

No tenim contactes amb cap patrocinador relacionat amb la termoconformació i, el fet que es necessiti maquinària de grans dimensions complica la recerca.

No es té cap experiència amb la termoconformació.

B.4. LAMINAT

Procés utilitzat per a sèries curtes i amb requeriment de baix pes i bona resistència.

A partir d'un motlle prèviament cobert per un agent desenmotllant, per exemple cera, es va col·locant la fibra seca i es va impregnant amb resina. Aquest procés es va repetint fins a obtenir les capes de fibra desitjades. També existeix un material; la fibra preimpregnada, que ja porta la resina justa però s'ha de conservar en un congelador.

Un cop posada la fibra i la resina es cobreix amb un film sangrador, que no és res més que un plàstic amb foradets que deixin passar la resina sobrant, i una manta d'absorció que s'empapa d'aquesta resina sobrant. Finalment es col·loca tot dins una bossa sellada on s'hi fa el buit i es fa el curat que marqui el fabricant de la resina. Un cop fet el curat i solidificada la peça ja es pot desenmotllar.

B.4.1. Avantatges

És el procés que es coneix millor degut a l'experiència de dos anys. Tenim diferents patrocinadors relacionats amb aquest procés disposats a ajudar-nos.

S'obtenen peces de baix pes i amb una bona resistència.

B.4.2. Inconvenients

Procés molt artesanal que implica un cert risc.

És el procés que té un temps d'execució més llarg.

B.5. CONCLUSIÓ

Per els motius citats anteriorment es tria el sistema de laminat per a realitzar la carrosseria.

No es descarta del tot el termoconformat ja que, s'utilitzarà per donar forma a les parts transparents. Ja que no es disposa del temps ni recursos suficients per preparar un termoconformació a màquina, es termoconformarà a mà. Per a fer-ho manualment, cal escalfar una làmina de plàstic apte amb una pistola de calor. Un cop escalfat s'apreta contra sobre la superfície amb la forma desitjada. Amb un drap humit es pot anar refredant el plàstic i donant-li la forma.

ANNEX C: ESTUDI DEL MODEL O MOTLLE

C.1. TAULA COMPARATIVA

pitjor - + millor

	Realització model	Realització motlle
Cost material	-	+
Temps necessari	-	+
Possibilitat de modificacions per a pròxims anys	+	-
Acabats	-	+
Núm. de passos fins a realitzar la carrosseria	-	+

C.2. ANÀLISI

Amb el quadre es veu clarament que realitzar directament el motlle és millor que fer el model i després laminar el motlle sobretot pel cost i temps. L'aspecte negatiu és que, si es vol modificar de cares a pròxims anys serà més difícil que si tinguéssim el model a escala 1:1 però, sembla ser que de cares al pròxim any es realitzarà un xassís amb la carrosseria incorporada, és a dir, que de poc serviria el model.

Hi ha un altre aspecte que no figura al quadre que és el de realitzar el termoconformat de les parts transparents. Seria més fàcil si tinguéssim el model en comptes del motlle perquè sempre és millor una forma positiva que una de negativa. Es pot solucionar termoconformant les parts transparents a sobre del la carrosseria ja laminada i abans de retallar les obertures.

Com a conclusió s'escull realitzar directament el motlle.

ANNEX D: ESTUDI DE L'ACOBLEMENT DE LES CARROSSERIES

D.1. REQUISITS

El requisit indispensable pel disseny de l'acoblament és que, tal com diu el reglament de la competició en el seu article 59, "la pilot pugui sortir per ella mateixa de dins del cotxe amb facilitat". No poden estar fixades amb cargols o elements d'aquest tipus.

Seguint les especificacions que marca el reglament, per a realitzar l'encaix entre les dues parts de la carrosseria s'han plantejat 2 alternatives, analitzades a continuació :

D.2. ALTERNATIVA 1

És la utilitzada els anys anteriors. A la peça laminada s'hi fixen perfils angulars a les parets laterals tant a la part superior com a l'inferior per a obtenir una superfície plana on recolzar-se. Als angulars d'una de les parts s'hi fixen uns passadors, tal com es pot veure a la figura 1, i, als angulars de l'altra part s'hi realitzen uns forats de manera que encaixin perfectament.

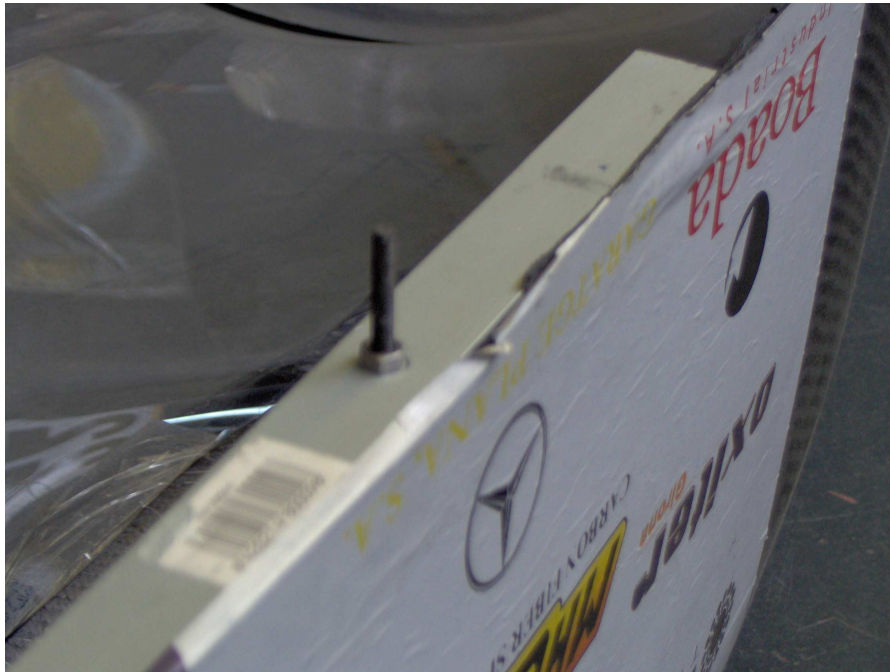


Figura 1 – Detall del sistema d'encaix de la carrosseria de l'any passat

D.3. ALTERNATIVA 2

Utilitzar el gruix del reforç lateral, que es determinarà a l'apartat de càlculs, com a superfície plana on recolzar se.

A tot el contorn de cadascuna de les parts de la carrosseria, en el procés de laminat s'hi col·locarà un material, definit als càlculs, d'un gruix suficient per a servir de zona de recolzament. Posteriorment s'enganxarà una làmina d'un parell de capes de fibra de carboni laminada, o un polímer de gruix i resistència suficients, a la paret de la part interior de la carrosseria inferior. Aquest làmina servirà d'encaix entre les dues carrosseries i, al mateix temps, assegurarà l'autocentratge de les mateixes. Aquesta alternativa es pot veure millor a la figura 2 :

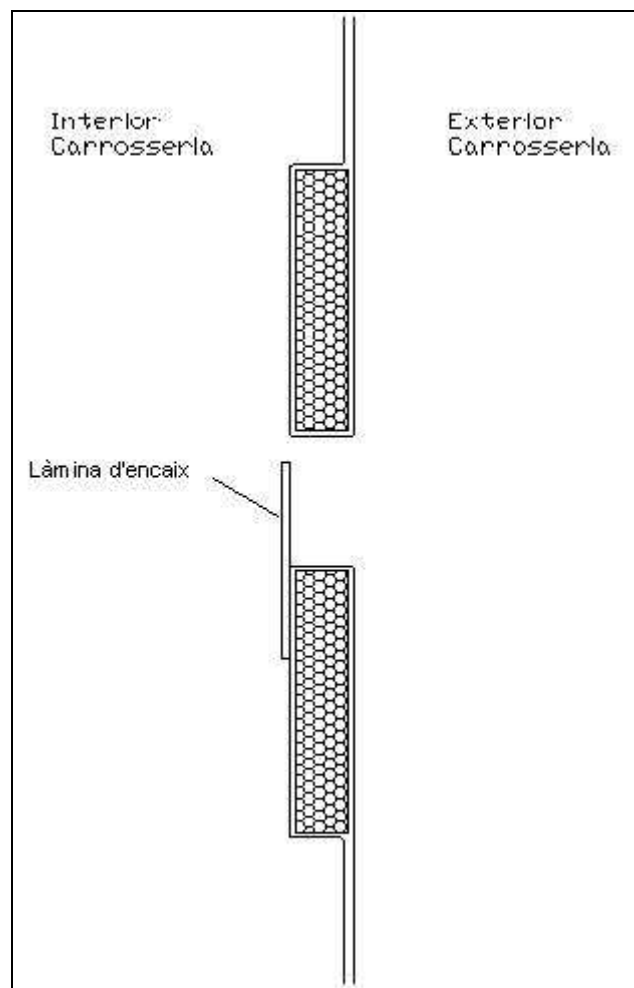


Figura 2 – Esquema Alternativa 2

Cal dir que ambdues alternatives d'encaix es poden reforçar amb unes tires de velcro a la zona de recolzament per assegurar que no es desencaixin durant la cursa, un extrem que només es podria produir en cas d'un fort vent o d'algun impacte.

Cal recordar que requisit indispensable de l'acoblament entre les dues carrosseries és que la pilot pugui sortir del cotxe sense ajuda exterior

D.4. TAULA COMPARATIVA

- pitjor +millor

	Alternativa 1	Alternativa 2
Pes	-	+
Qualitat	-	+
Dificultat	+/-	+/-
Posicionament correcte de les carrosseries	-	+
Facilitat d'encaix	+/-	+/-
Cost	+/-	+/-
Experiència	+	-

D.5. CONCLUSIÓ

Podem veure amb la taula comparativa que és millor l'alternativa 2 ja que, obtenim una reducció respecte l'altre de pes i un augment de la qualitat sobretot pel que fa referència a l'autocentratge de les carrosseries. L'únic aspecte negatiu de la 2a alternativa és que no tenim experiència, un fet que demanarà estar alerta a l'hora de realitzar l'encaix perquè surti bé.

Per aquests motius escollim la 2a alternativa.

ANNEX E: ESTUDI DELS ANGLES DE VISIÓ

E.1. REQUISITS

El reglament de la competició diu:

“Article 33 : Visibilitat

El conductor ha de tenir una adequada visibilitat directa davant i a cada costat del vehicle i ha de ser capaç de girar el seu cap 90° d'un costat a l'altre de l'eix longitudinal del vehicle. No es pot recórrer a cap enginy òptic com ara miralls, prismes, periscòpis...”

“La visibilitat de cada vehicle serà comprovada per un inspector que s'asseurà en el seient del conductor per valorar la seguretat a la pista. Aquest inspector ha de ser capaç de veure 7 blocs de 60cm d'alt distribuïts cada 30° formant mig cercle de radi 5m a davant del vehicle. El conductor ha de ser capaç de moure el seu cap per veure els punts morts.”

A la figura 1 es pot veure un esquema de la prova de visibilitat.

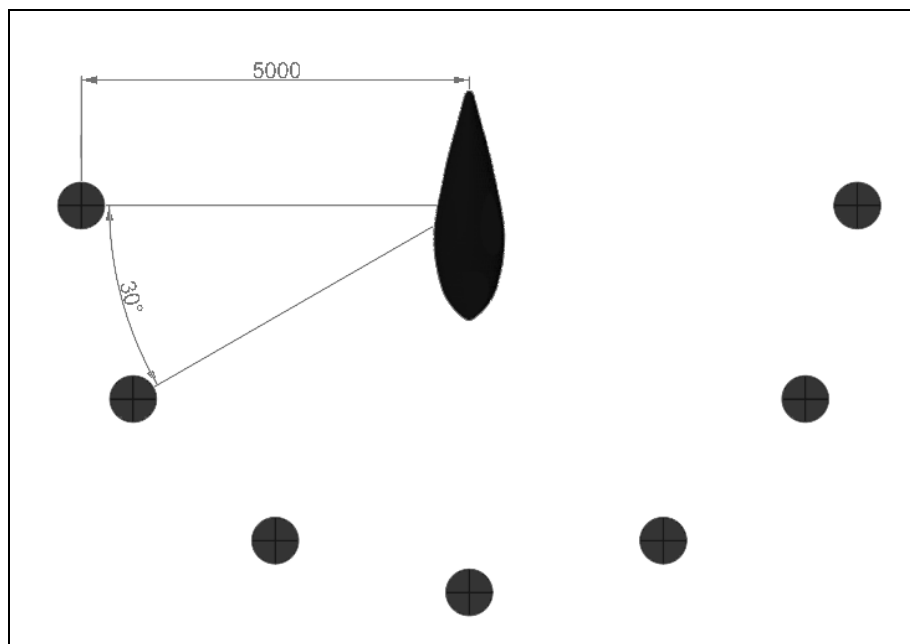


Figura 1 – Esquema de la prova de visibilitat

E.2. DETERMINACIÓ DELS ANGLES

Abans d'obtenir la geometria de la carrosseria, procedent de l'estudi aerodinàmic, s'han realitzat els càlculs dels angles de visió necessaris.

Primerament s'ha representat en Autocad® 2D la prova de visibilitat. S'han dibuixat els blocs de 60cm d'alt, el xassís i les rodes del cotxe. S'ha col·locat, mitjançant mesures experimentals, a on aniria el cap de la pilot i, a partir d'aquí s'ha pogut definir la posició dels ulls.

S'han realitzat dues alternatives de visibilitat. La primera planteja una gran obertura frontal, de manera que es puguin veure els 3 blocs de davant. Les finestres laterals sols haurien de veure 2 blocs cadascuna. A la figura 2 es pot veure la representació gràfica i els angles necessaris per a la visió.

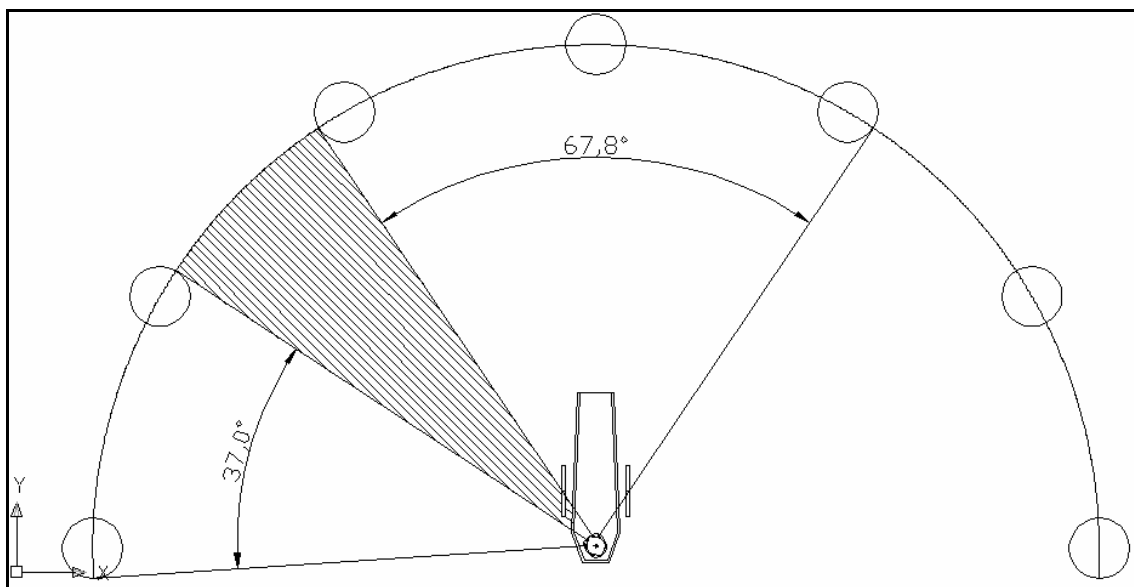


Figura 2 – Alternativa 1

La segona alternativa planteja que amb la finestra frontal només es vegi el bloc situat a davant i, les obertures laterals serveixin per veure 3 blocs cadascuna. A la figura 3 es pot veure la representació gràfica i els angles de visió.

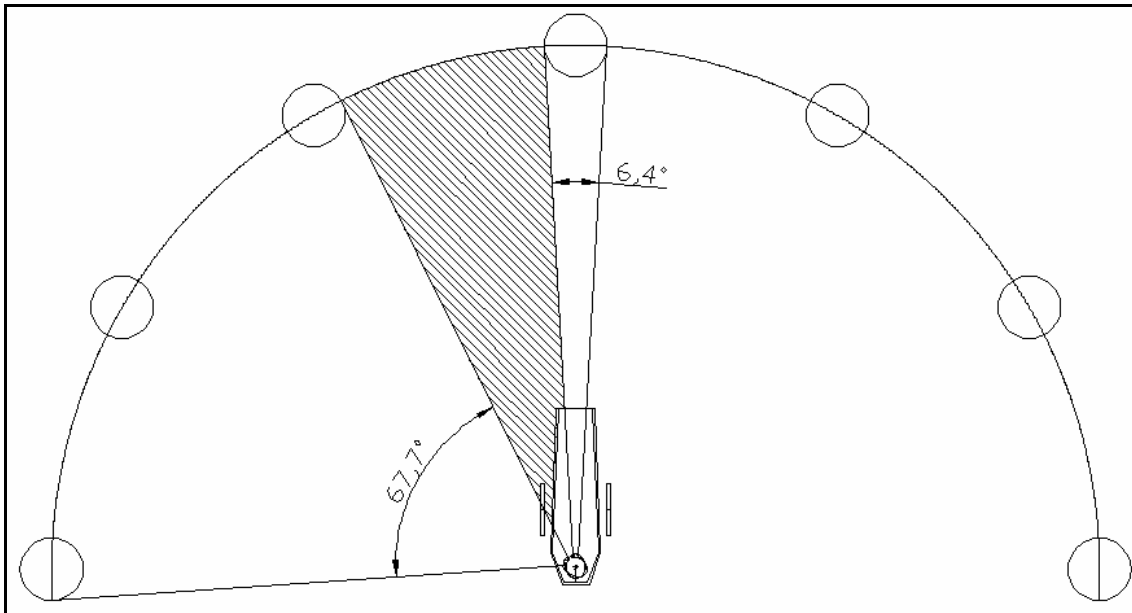


Figura 3 – Alternativa 2

S'opta per la segona alternativa per tenir més espai entre les obertures laterals i la frontal un cop retallades. D'aquesta manera es pot aconseguir una millor rigidesa de la carrosseria.

Pel que fa a l'amplada de l'obertura frontal es determina gràcies a l'angle necessari per veure la base del bloc. Gràficament es calcula que necessita un angle mínim de $6,8^\circ$ des de l'alçada dels ulls, tal com es pot veure a la figura 4. D'aquesta manera es veu totalment el bloc.

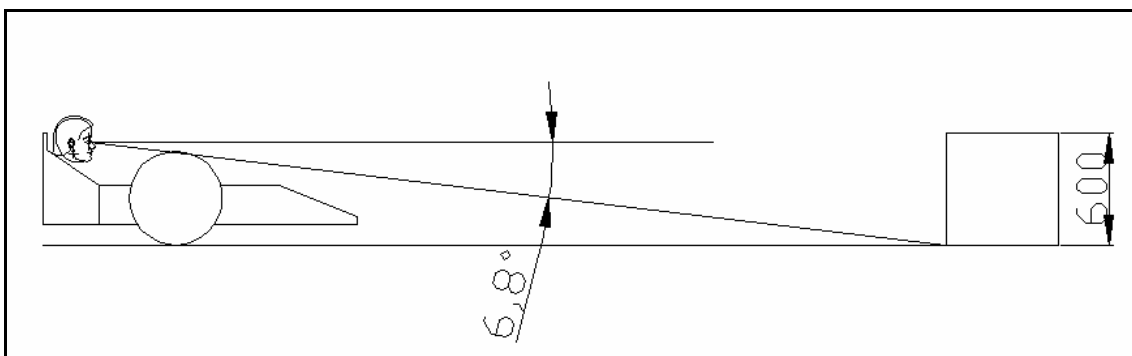


Figura 4 – Finestra frontal

ANNEX F: CÀLCULS ESTRUCTURALS

F.1. INTRODUCCIÓ

F.1.1. Càrregues

Les càrregues de treball que ha de suportar la carrosseria són pràcticament inexistents. Durant la competició el cotxe té una velocitat mitja de 30 km/h amb puntes de 50 km/h. Les càrregues aplicables a la carrosseria com a conseqüència de la velocitat són despreciables.

Degut a que les condicions de treball de la carrosseria són molt poc exigents, s'ha plantejat com a condició més desfavorable la manipulació. Concretament s'ha considerat que el més perillós per a la carrosseria és que algú s'hi recolzi a sobre.

F.1.2. Elements a calcular

Degut a la dificultat per a calcular tot el conjunt i a l'escassa importància dels càlculs, es decideix analitzar dos elements:

- Tota la part inferior de la carrosseria amb els reforços laterals i les fixacions.
- El reforç central tipus costella de la part superior.

S'analitza la part inferior per comprovar si el nombre i la posició de les fixacions amb els xassís seran les apropiades. També podrem saber si en algun lloc cal posar algun reforç com el del segon element a analitzar.

De la part superior s'analitza únicament el reforç central perquè, degut als forats per a la visibilitat aquests elements seran els que asseguraran la resistència estructural. La part superior comptarà amb tres elements d'aquest tipus distribuïts al llarg de la peça.

Com s'ha dit abans també podem aprofitar aquest càlcul per aplicar l'element a la part inferior.

F.1.3. Programa de càlcul

S'ha utilitzat el programa MSC Patran® d'MSC Software combinat amb el programa MSC Marc® de la mateixa companyia. El MSC Marc® únicament s'ha utilitzat per a realitzar els càlculs. S'ha escollit aquest programa perquè té un mòdul especialitzat en materials compòsits.

Per a la importació del model de Rhinoceros® a Patran® s'ha utilitzat el format ACIS perquè s'ha comprovat que dóna menys problemes que formats com IGES i STEP. S'ha de tenir en compte que, a l'hora d'importar el model cal indicar que les mides són en mil·límetres ja que, per defecte estan en polzades.

F.1.4. Propietats dels materials

Les propietats dels materials segueixen la taula 1 on X és la direcció de la fibra, Y és la direcció transversal i Z és a través del gruix. La direcció en Z no s'utilitzarà ja que el mallat no tindrà gruix.

	Teixit de fibra de carboni	Panell d'abella
Mòdul de Young en l'eix 'X' (MPa)	116000	150
Mòdul de Young en l'eix 'Y' (MPa)	10000	150
Mòdul de Young en l'eix 'Z' (MPa)	10000	3000
Coeficient de Poisson en el pla 'XY' (Adim.)	0,35	0,31
Coeficient de Poisson en el pla 'YZ' (Adim.)	0,35	0,006
Coeficient de Poisson en el pla 'XZ' (Adim.)	0,03	0,21
Mòdul de rigidesa torsional en el pla 'XY' (MPa)	4000	20
Mòdul de rigidesa torsional en el pla 'YZ' (MPa)	3700	185
Mòdul de rigidesa torsional en el pla 'XZ' (MPa)	4000	185
Resistència de disseny a tracció en l'eix 'X' (MPa)	500	10
Resistència de disseny a tracció en l'eix 'Y' (MPa)	15	10
Resistència de disseny a tracció en l'eix 'Z' (MPa)	15	55
Resistència de disseny a compressió en l'eix 'X' (MPa)	-300	-10
Resistència de disseny a compressió en l'eix 'Y' (MPa)	-65	-10
Resistència de disseny a compressió en l'eix 'Z' (MPa)	-65	-55
Resistència de disseny a tallant en el pla 'XY' (MPa)	15	1
Resistència de disseny a tallant en el pla 'YZ' (MPa)	15	1
Resistència de disseny a tallant en el pla 'XZ' (MPa)	15	1

Taula 1 – Propietats dels materials (Rodríguez, 2005)

Pel que fa als gruixos s'ha agafat 0,2mm cada capa de fibra de carboni i 5mm el panell d'abella.

F.2. CARROSSERIA INFERIOR

F.2.1. Mallat

S'ha mallat mitjançant elements quadrats de 50mm de costat. S'ha utilitzat el mallador tipus Paver. A la figura 1 es pot veure el mallat resultant.

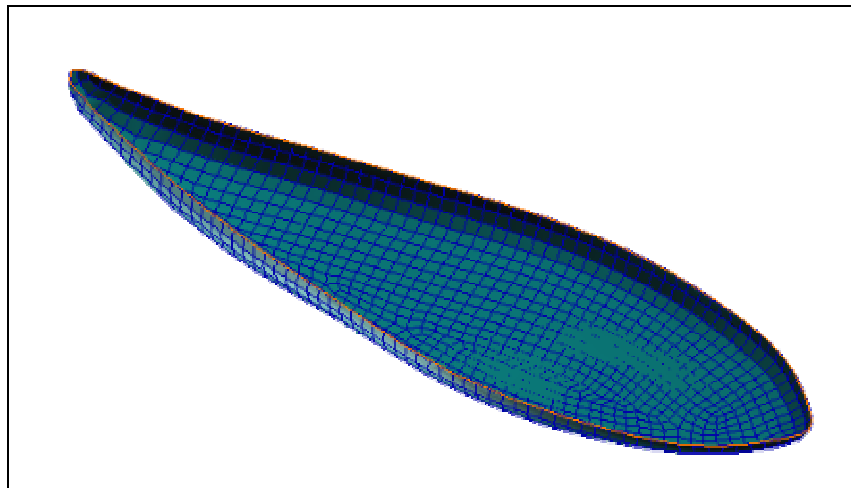


Figura 1 – Mallat de la part inferior.

F.2.2. Fixació

S'han seleccionat del mallat els punts de fixació de la carrosseria amb el xassís. Un cop seleccionats s'ha marcat que no tinguessin desplaçament en cap dels eixos.

Es pot veure a la figura 2 que s'han considerat dos punts de fixació a davant del xassís, dos més al mig i dos més a la part de darrera. També es pot observar els dos punts de fixació laterals.

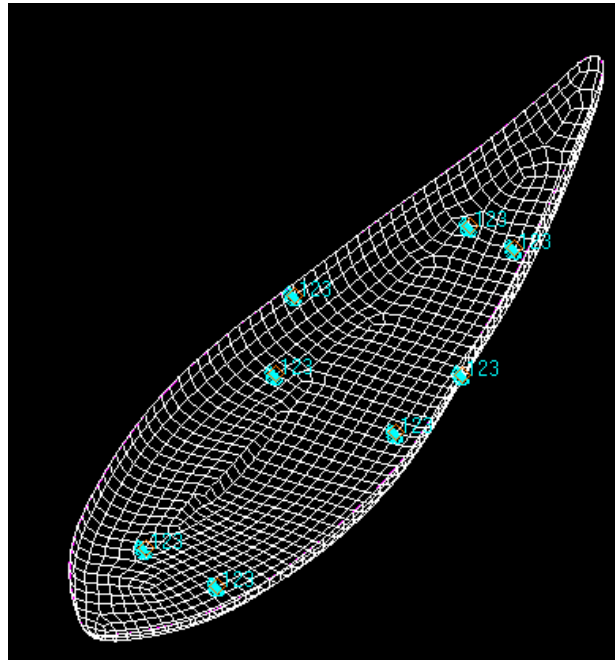


Figura 2 – Punts de fixació.

F.2.3. Càrrega

Tal com s'ha dit a la introducció, hem considerat com a càrrega el possible recolzament d'algú sobre la carrosseria.

Aquest recolzament podrien ser uns 50kg incluint el pes de la part superior (3-4kg) de la carrosseria que es recolza sobre l'inferior.

Aquesta càrrega s'ha aplicat a tota la vora on es recolza la part superior.

Com que tenim una superfície i no un sòlid, en el lloc d'aplicació de la càrrega no podem aplicar pressions ja que no hi ha cap àrea. Per aquest motiu s'ha aplicat una força distribuïda. Una força distribuïda significa que al llarg d'una corba s'aplicarà la força a cadascun dels nodes de la malla (forçes nodals), per això, hem hagut de fer les següents operacions: Si 50kg són 500N i a tot el voltant de la peça hi ha 130 elements, a cada element li correspon 3.58N que en coordenades és (0,0,-3.85)

A la figura 3 es pot veure l'aplicació de les càrregues.

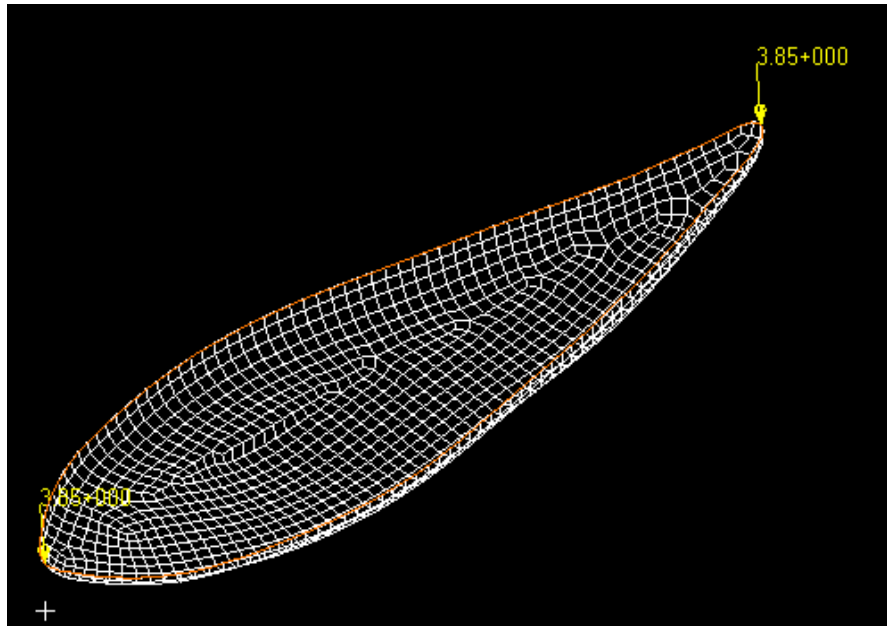


Figura 3 – Aplicació de les càrregues.

F.2.4. Material

S'han introduït les dades del material i s'han col·locat les diferents capes.

S'han col·locat 4 capes de fibra de carboni: la 1a a 0°, la 2a a 90°, la 3a a 90° i la 4a a 0°. A la realitat es col·locarà fibra de carboni teixida a 0° i 90°, és a dir, que de 4 capes unidireccionals es passarà a 2 capes teixides.

El panell d'abella es col·loca entremig de la 2a i 3a capa de carboni a tot el voltant de la peça. L'amplada del panell d'abella coincideix amb l'amplada dels elements, 50mm.

F.2.5. Resultats

Un cop tot definit ja es poden obtenir els resultats.

Pel que fa a desplaçaments obtenim un desplaçament màxim de 31.9mm a la part davantera de la carrosseria, a la figura 4 es mostren els resultats:

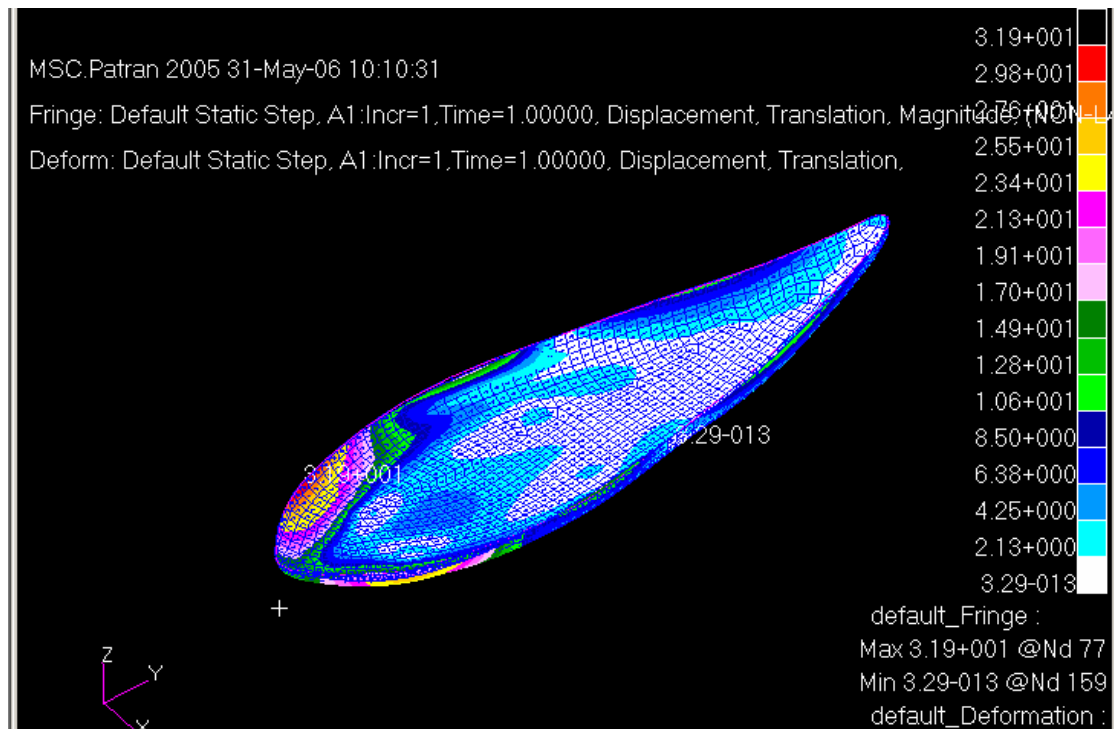


Figura 4 – Representació gràfica de les deformacions.

Pel que fa a les tensions hem obtingut una taula amb la tensió per a cadascuna de les direccions i el seu coeficient de seguretat respecte la resistència de disseny. El coeficient de seguretat es calcula seguint la següent fórmula:

$$n = F/\sigma$$

On F és la resistència de disseny i σ és la tensió màxima

A la taula 2 es poden veure els resultats.

	Direcció			
	X tracció	X comp.	Y tracció	Y comp.
FIBRA DE CARBONI	500	-300	15	-65
PANELL D'ABELLA	10	-10	10	-10
CAPA 1 (carboni)	9,64E+00	-1,15E+01	1,08E+00	1,22E+00
Coeficient de seguretat	5,19E+01	2,61E+01	1,39E+01	-5,33E+01
CAPA 2 (carboni)	3,44E+00	-1,09E+01	1,11E+00	-8,91E-01
Coeficient de seguretat	1,45E+02	2,75E+01	1,35E+01	7,30E+01
CAPA 3 (panell)	3,54E-03	-1,43E-03	9,43E-04	1,76E-04
Coeficient de seguretat	2,82E+03	6,99E+03	1,06E+04	-5,68E+04
CAPA 4 (carboni)	6,31E+00	-5,12E+00	1,01E+00	-6,93E-01
Coeficient de seguretat	7,92E+01	5,86E+01	1,49E+01	9,38E+01
CAPA 5 (carboni)	1,64E+01	-7,24E+00	1,04E+00	-9,17E-01
Coeficient de seguretat	3,05E+01	4,14E+01	1,44E+01	7,09E+01

	xy max	xy min	yz max	yz min	zx max	zx min
FIBRA DE CARBONI	15	-15	15	-15	15	-15
PANELL D'ABELLA	1	-1	1	-1	1	-1
CAPA 1 (carboni)	2,08E+00	-1,99E+00	7,01E-02	-7,49E-02	2,31E-01	-6,67E-02
Coeficient de seguretat	7,21E+00	7,54E+00	2,14E+02	2,00E+02	6,49E+01	2,25E+02
CAPA 2 (carboni)	2,03E+00	-2,21E+00	2,12E-01	-6,13E-02	8,06E-02	-6,01E-02
Coeficient de seguretat	7,39E+00	6,79E+00	7,08E+01	2,45E+02	1,86E+02	2,50E+02
CAPA 3 (panell)	1,54E-03	-1,57E-03	4,23E-05	4,24E-05	5,19E-05	5,55E-05
Coeficient de seguretat	6,49E+02	6,37E+02	2,36E+04	-2,36E+04	1,93E+04	-1,80E+04
CAPA 4 (carboni)	2,08E+00	-2,30E+00	2,05E-01	-6,08E-02	7,79E-02	-6,01E-02
Coeficient de seguretat	7,21E+00	6,52E+00	7,32E+01	2,47E+02	1,93E+02	2,50E+02
CAPA 5 (carboni)	2,44E+00	-2,18E+00	7,16E-02	-7,05E-02	2,23E-01	-6,61E-02
Coeficient de seguretat	6,15E+00	6,88E+00	2,09E+02	2,13E+02	6,73E+01	2,27E+02

Taula 2 – Resultats de les tensions. En cursiva estan representades les resistències de disseny. Tots els valors de tensió són en MPa.

F.2.6. Anàlisi de resultats

Es pot veure que els coeficients de seguretat són molt superiors a 1. Podem estar ben segurs que la part inferior no trenca. El coeficient més baix és de 6.15.

Pel que fa a desplaçaments es pot veure que hi ha un valor màxim important de 31.0mm. Els valors alts estan situats a la part davantera, mentre que a la part posterior els valors són molt menors.

Tenint en compte que s'hauran de fer els forats per a les rodes, es col·locaran 3 costelles, una al morro de la carrosseria i dues entremig de les rodes, per assegurar completament la rigidesa. A la figura 5 es pot veure la distribució dels reforços destacats amb color taronja.

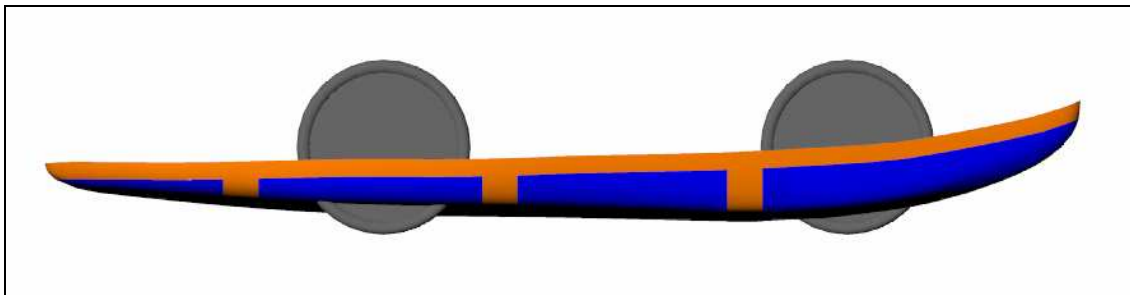


Figura 5 – Distribució dels reforços de la part inferior

F.3. COSTELLA CENTRAL DE LA PART SUPERIOR

F.3.1. Mallat

S'ha mallat mitjançant elements quadrats de 25mm de costat. Com que la costella fa 100mm d'ample s'ha aconseguit quatre fileres d'elements. S'ha utilitzat el mallador tipus Paver. A la figura 5 es pot veure el mallat resultant.

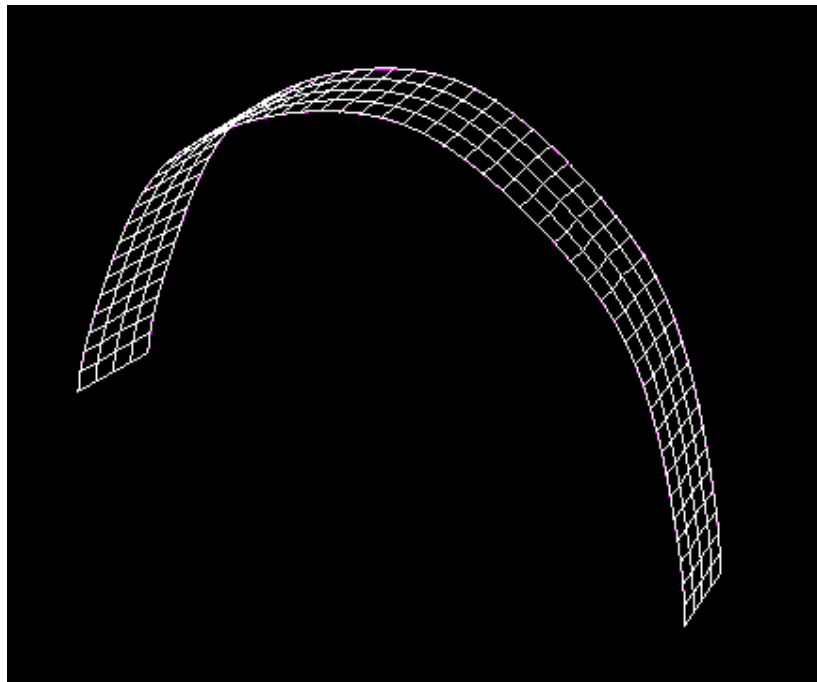


Figura 5 – Mallat de la costella

F.3.2. Fixació

S'ha considerat que estava fixat pels dos costats. S'han seleccionat les dues línies dels costats i s'ha marcat que no tinguin desplaçament en cap dels eixos. A la figura 6 es pot veure com ha quedat la fixació.

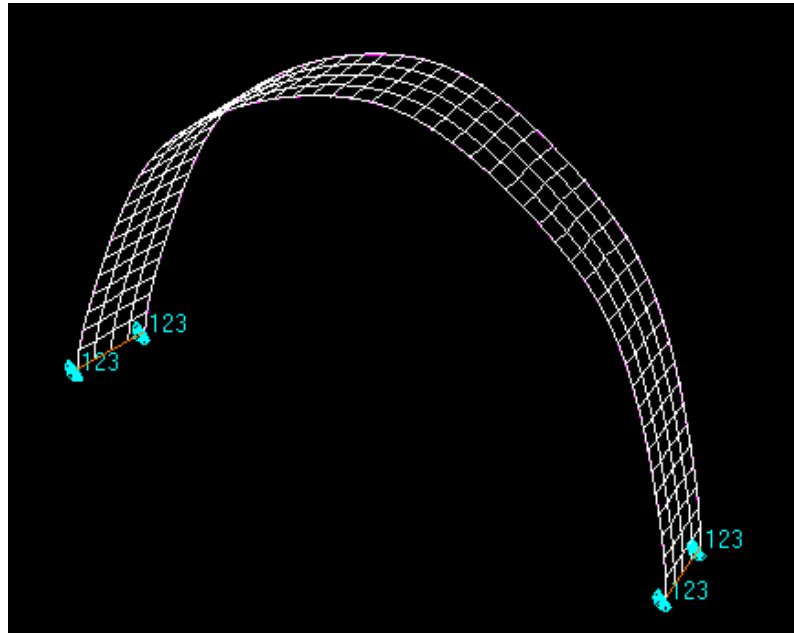


Figura 6 – Fixació de la costella

F.3.3. Càrrega

S'ha considerat que una persona quan es recolza pot fer una pressió de $1,25 \text{ kg/cm}^2 = 0.122 \text{ MPa}$. S'ha decidit l'àrea d'aplicació de la pressió sigui de 75 cm^2 situats a la part superior de la costella. 75 cm^2 corresponen a dotze elements quadrats del mallat. A la figura 7 es pot veure l'aplicació de les càrregues.

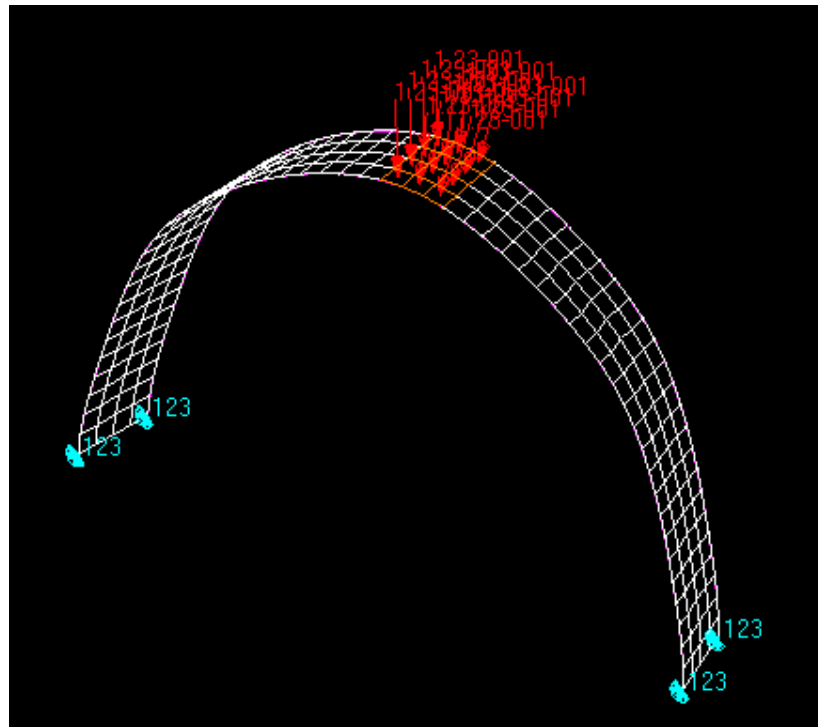


Figura 7 – Aplicació de càrregues

F.3.4. Material

A tota la costella s'ha utilitzat la mateixa configuració de material.

S'ha col·locat 4 capes de fibra de carboni: la 1a a 0° , la 2a a 90° , la 3a a 90° i la 4a a 0° . A la realitat es col·locarà fibra de carboni teixida a 0° i 90° , és a dir, que de quatre capes unidireccionals es passarà a dues capes teixides.

La capa de panell d'abella s'ha col·locat entremig de la 2a i 3a capa de carboni a tota la peça.

F.3.5. Resultats

S'obté un desplaçament màxim de 20.5mm situat entremig de l'aplicació de càrregues i de la fixació tal com es pot veure a la figura 8.

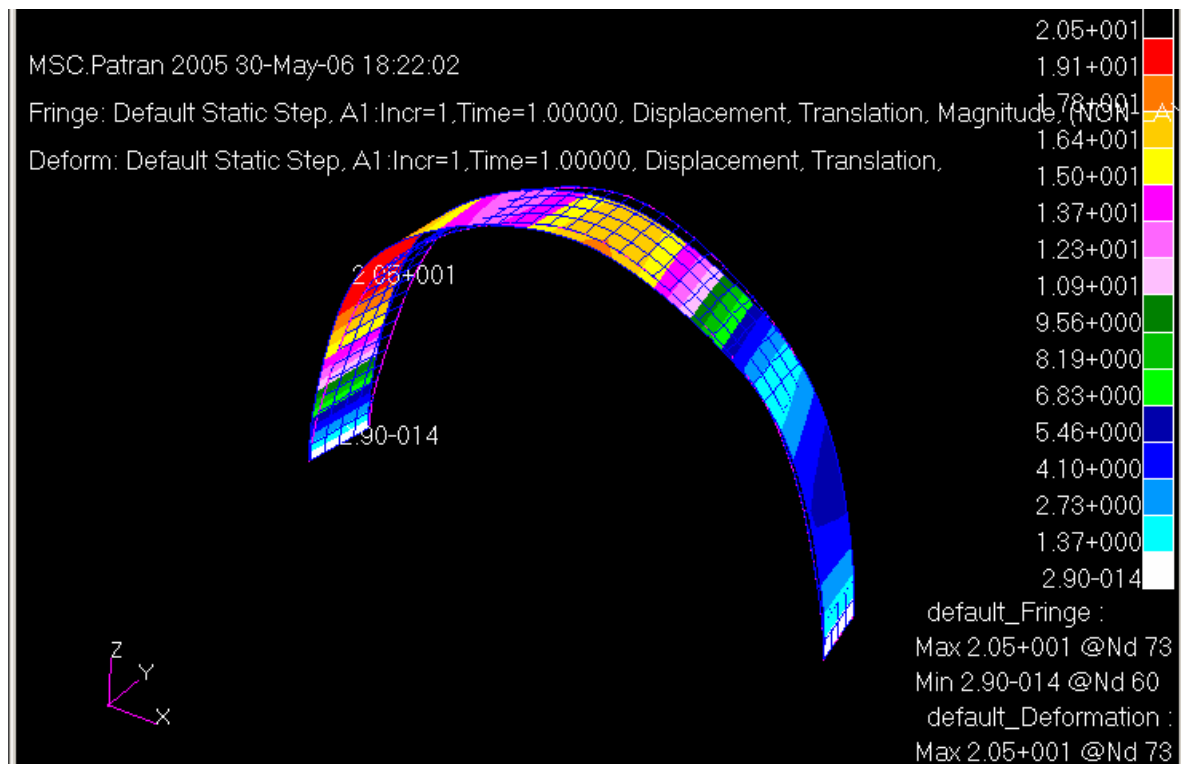


Figura 8 – Representació gràfica de les deformacions.

Pel que fa a les tensions hem obtingut una taula amb la tensió per a cadascuna de les direccions i el seu coeficient de seguretat respecte la resistència de disseny. El coeficient de seguretat es calcula seguint la següent fórmula:

$$n = F / \sigma$$

On F és la resistència de disseny i σ és la tensió màxima

A la taula 3 es poden veure els resultats.

	Direcció			
	X tracció	X comp.	Y tracció	Y comp.
FIBRA DE CARBONI	500	-300	15	-65
PANELL D'ABELLA	10	-10	10	-10
CAPA 1 (carboni)	1,47E-04	-9,92E-05	1,91E-03	-2,78E-03
Coeficient de seguretat	3,40E+06	3,02E+06	7,85E+03	2,34E+04
CAPA 2 (carboni)	1,71E-03	-2,50E-03	1,33E-04	-8,85E-05
Coeficient de seguretat	2,92E+05	1,20E+05	1,13E+05	7,34E+05
CAPA 3 (panell)	2,51E-05	-3,55E-05	1,98E-07	-1,23E-04
Coeficient de seguretat	3,98E+05	2,82E+05	5,05E+07	8,13E+04
CAPA 4 (carboni)	2,44E-03	-1,82E-03	1,00E-04	-1,23E-04
Coeficient de seguretat	2,05E+05	1,65E+05	1,50E+05	5,28E+05
CAPA 5 (carboni)	1,11E-04	-1,38E-04	2,72E-03	-2,01E-03
Coeficient de seguretat	4,50E+06	2,17E+06	5,51E+03	3,23E+04

	xy max	xy min	yz max	yz min	zx max	zx min
FIBRA DE CARBONI	15	-15	15	-15	15	-15
PANELL D'ABELLA	1	-1	1	-1	1	-1
CAPA 1 (carboni)	7,19E-04	-4,40E-04	4,26E-04	-3,79E-04	4,22E-05	-6,88E-05
Coeficient de seguretat	2,09E+04	3,41E+04	3,52E+04	3,96E+04	3,55E+05	2,18E+05
CAPA 2 (carboni)	3,96E-04	-6,41E-04	6,81E-05	-4,20E-05	4,26E-04	-3,79E-04
Coeficient de seguretat	3,79E+04	2,34E+04	2,20E+05	3,57E+05	3,52E+04	3,96E+04
CAPA 3 (panell)	1,19E-04	-2,01E-04	4,26E-04	-3,79E-04	4,22E-05	-6,88E-05
Coeficient de seguretat	8,40E+03	4,98E+03	2,35E+03	2,64E+03	2,37E+04	1,45E+04
CAPA 4 (carboni)	6,72E-04	-5,29E-04	6,81E-05	-4,12E-05	4,26E-04	-3,79E-04
Coeficient de seguretat	2,23E+04	2,84E+04	2,20E+05	3,64E+05	3,52E+04	3,96E+04
CAPA 5 (carboni)	5,76E-04	-7,51E-04	4,26E-04	-3,79E-04	4,22E-05	-6,88E-05
Coeficient de seguretat	2,60E+04	2,00E+04	3,52E+04	3,96E+04	3,55E+05	2,18E+05

Taula 3 – Resultats de les tensions. En cursiva estan representades les resistències de disseny. Tots els valors de tensió són en MPa.

F.3.6. Anàlisi dels resultats

Es pot veure que els coeficients de seguretat són molt elevats. Es pot estar ben segur que la costella no trencarà. Tots els coeficients són superiors a 2000.

Pel que fa a desplaçaments podem veure un valor màxim de 20.5mm. Aquest valor pot semblar important però, no ho és tant si tenim en compte les dimensions de la peça i, que hi falta la resta de la part superior.

Per assegurar la rigidesa de la part superior es col·locaran tres elements d'aquest tipus entremig dels espais destinats a les finestres tal com es pot veure a la figura 9. Les zones de color taronja representen allà on s'ha de col·locar el panell d'abella.

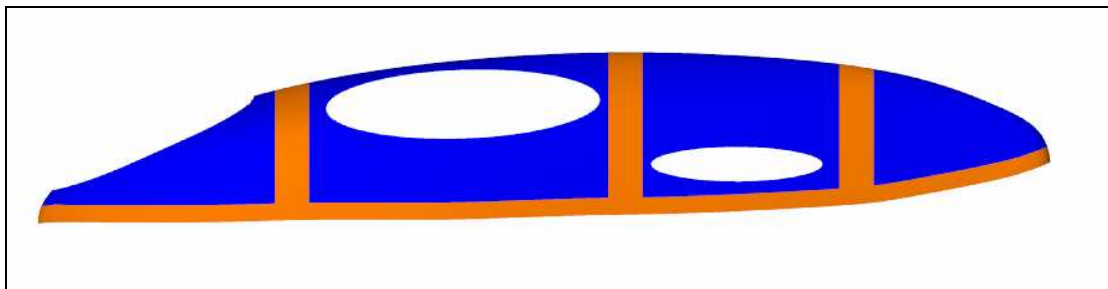


Figura 9 – Zones on es col·locarà el panell d'abella.

ANNEX G: ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

G.1. JUSTIFICACIÓ DE L'ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

S'ha realitzat un estudi bàsic perquè l'obra no compleix cap dels requisits inclosos en el Real Decret 1627/1.997 de 24 de Octubre on s'especifica que per ser necessari realitzar un estudi complert cal complir algun dels següents punts:

- Pressupost d'execució per contracte superior als 450.759.07€
- Durada superior a 30 dies laborables, utilitzant encara que sigui d'una manera puntual més de 20 treballadors simultàniament.
- Volum de mà d'obra superior a 500 dies.
- Obres especials de túnels, galeries, conduccions subterrànies i preses.

G.2. OBJECTE DE L'ESTUDI

Aquest estudi estableix les previsions respecte a riscos i accidents professionals amb les seves corresponents mesures preventives durant la realització de la carrosseria, tant en les instal·lacions de la Universitat de Girona com en tallers externs.

G.3. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS

Per realitzar la carrosseria en fibra de carboni del vehicle de baix consum es fabricarà un motlle en poliuretà d'alta densitat a les instal·lacions de la fundació Eduard Soler a Ripoll. Posteriorment es realitzarà el motlle i el laminat de la carrosseria a les instal·lacions de la Universitat de Girona. També es realitzarà a la Universitat de Girona les parts transparents termoconformades i el muntatge de la carrosseria en el xassís.

G.4. IDENTIFICACIÓ I PREVENCIÓ DE RISCS EN L'ÚS DE LA MAQUINÀRIA/EINES

Tots els elements de protecció individual que apareixen a continuació es comprovarà abans d'utilitzar-los que compleixin les directives europees que li són d'aplicació mitjançant el marcatge CE.

G.4.1. Eines manuals

Aquest apartat comprèn totes les eines que realitzin la seva funció exclusivament gràcies a l'energia muscular de l'operari.

RISCS DETECTATS

- Talls
- Cops
- Caiguda d'objectes
- Caiguda de partícules als ulls
- Soroll

MESURES PREVENTIVES COL·LECTIVES

- Es comprovarà que les eines segueixin les directives europees que li son d'aplicació amb el marcatge CE i la declaració de conformitat.
- Les eines s'utilitzaran per a realitzar les tasques per a les quals han estat dissenyades.
- Les eines espatllades es portaran a arreglar o, si fos necessari, se'n compraran de noves.
- Abans d'utilitzar les eines es comprovarà que funcionen correctament.
- Es prohibeix l'ús de les eines a personal no autoritzat.
- Es prohibeix deixar les eines a terra per tal d'evitar accidents.

MESURES PREVENTIVES INDIVIDUALS

Es obligatori l'ús de:

- Guants de goma o P.V.C.
- Roba de treball completa.

- Ulleres de seguretat.
- Sabates de seguretat.
- Protectors auditius

G.4.2. Maquinària elèctrica manual

Aquest apartat comprèn totes les màquines que es manipulin manualment però necessitin l'energia elèctrica per a funcionar.

RISCS DETECTATS

- Talls
- Cops
- Cremades
- Caiguda de partícules als ulls
- Contactes amb l'electricitat
- Caiguda d'objectes
- Soroll

MESURES PREVENTIVES COL·LECTIVES

- Es comprovarà que la maquinària segueixi les directives europees que li son d'aplicació amb el marcatge CE i la declaració de conformitat.
- Abans d'utilitzar les màquines es comprovarà que funcionen correctament.
- Les màquines elèctriques i els seus corresponents cables estaran protegits per doble aïllant, en cas que no pugui ser així, les carcasses de metall estaran connectades a terres amb el corresponent interruptor diferencial al quadre elèctric.
- Els motors elèctrics estaran protegits gràcies a la carcassa per tal d'evitar el contacte mecànic o elèctric amb l'operari.
- Les màquines espatllades es portaran a arreglar o, si fos necessari, se'n compraran de noves.
- Es prohibeix l'ús de les màquines a personal no autoritzat.
- Es prohibeix deixar les màquines a terra o enceses per evitar accidents.

- Les màquines s'utilitzaran per a realitzar les tasques per a les quals han estat dissenyades.

MESURES PREVENTIVES INDIVIDUALS

Es obligatori l'ús de:

- Guants de goma o P.V.C. excepte en la utilització de màquines de foradar rotatives.
- Roba de treball completa.
- Ulleres de seguretat.
- Sabates de seguretat.
- Protectors auditius

G.4.3. Robot per a mecanitzar el motlle

Serà la màquina utilitzada per a fabricar el motlle.

RISCS DETECTATS

- Talls
- Cops
- Cremades
- Contactes amb l'electricitat
- Caiguda de partícules als ulls
- Caiguda d'objectes
- Soroll
- Inhalació de pols de poliuretà.

MESURES PREVENTIVES COL·LECTIVES

- Es comprovarà que la màquina segueixi les directives europees que li son d'aplicació amb el marcatge CE i la declaració de conformitat.
- Abans d'utilitzar la màquina es comprovarà que funciona correctament.
- La màquina elèctrica i els seus corresponents cables estaran protegits per doble aïllant, en cas que no pugui ser així, la carcassa de metall

estarà connectada a terres amb el corresponent interruptor diferencial al quadre elèctric.

- Els motors elèctrics estaran protegits gràcies a la carcassa per tal d'evitar el contacte mecànic o elèctric amb l'operari.
- En cas que estigui espatllat es portarà a arreglar.
- Es prohibeix l'ús de les màquines a personal no autoritzat.
- Es deixarà una distància de seguretat entre els operaris/espectadors i la màquina quan aquesta estigui en funcionament.
- Disposar d'un sistema de ventilació forçat per extractors d'aire o/i treballar a cel obert.

MESURES PREVENTIVES INDIVIDUALS

Es obligatori l'ús de:

- Guants de goma o P.V.C.
- Roba de treball completa.
- Ulleres de seguretat.
- Sabates de seguretat.
- Protectors auditius.
- Màscara per a filtrar l'aire.

G.5. IDENTIFICACIÓ I PREVENCIÓ DE RISCS EN LES FASES DE LA EXECUCIÓ DEL PROJECTE

S'exposaran els riscos i les seves corresponents mesures preventives específiques del procés, els riscos de l'ús de la maquinària estan exposats a l'anterior apartat.

En la utilització de productes químics es seguiran les indicacions en matèria de prevenció que marqui el fabricant.

Tots els elements de protecció individual que apareixen a continuació es comprovarà abans d'utilitzar-los que compleixin les directives europees que li són d'aplicació mitjançant el marcatge CE.

G.5.1. Fabricació del motlle

Aquesta fase consisteix en la mecanització i posterior afinament manual dels blocs de poliuretà d'alta densitat per a assolir la forma del vehicle desitjada.

RISCS DETECTATS

- Inhalació de pols de poliuretà
- Talls
- Cops
- Cremades
- Caiguda de partícules als ulls
- Contactes amb l'electricitat
- Caiguda d'objectes
- Soroll

MESURES PREVENTIVES COL·LECTIVES

- Disposar d'un sistema de ventilació forçat per extractors d'aire o/i treballar a cel obert.
- Es comprovarà que la maquinària segueixi les directives europees que li son d'aplicació amb el marcatge CE i la declaració de conformitat.
- Abans d'utilitzar les màquines es comprovarà que funcionen correctament.
- Les màquines elèctriques i els seus corresponents cables estaran protegits per doble aïllant, en cas que no pugui ser així, les carcasses de metall estaran connectades a terres amb el corresponent interruptor diferencial al quadre elèctric.
- Els motors elèctrics estaran protegits gràcies a la carcassa per tal d'evitar el contacte mecànic o elèctric amb l'operari.
- Les màquines espatllades es portaran a arreglar o, si fos necessari, se'n compraran de noves.
- Es prohibeix l'ús de les màquines a personal no autoritzat.
- Es prohibeix deixar les màquines a terra o enceses per evitar accidents.
- Les màquines s'utilitzaran per a realitzar les tasques per a les quals han estat dissenyades.

MESURES PREVENTIVES INDIVIDUALS

Es obligatori l'ús de:

- Màscara per a filtrar l'aire i evitar respirar la pols de poliuretà.
- Guants de goma o P.V.C.
- Roba de treball completa.
- Ulleres de seguretat.
- Sabates de seguretat.
- Protectors auditius.

G.5.2. Laminat de la carrosseria

Aquesta fase comprèn tot el treball amb fibres i resines per tal de realitzar la laminació de la carrosseria.

RISCS DETECTATS

- Inhalació de gasos tòxics
- Talls
- Cops
- Enganxament de resina a la pell
- Contactes amb l'electricitat
- Caiguda d'objectes
- Caiguda de partícules als ulls
- Soroll

MESURES PREVENTIVES COL·LECTIVES

- Disposar d'un sistema de ventilació forçat per extractors d'aire o/i treballar a cel obert.
- Es comprovarà que la maquinària segueixi les directives europees que li son d'aplicació amb el marcatge CE i la declaració de conformitat.
- Abans d'utilitzar les màquines es comprovarà que funcionen correctament.
- Les màquines elèctriques i els seus corresponents cables estaran protegits per doble aïllant, en cas que no pugui ser així, les carcasses de

metall estaran connectades a terres amb el corresponent interruptor diferencial al quadre elèctric.

- Els motors elèctrics estaran protegits gràcies a la carcassa per tal d'evitar el contacte mecànic o elèctric amb l'operari.
- Les màquines espatllades es portaran a arreglar o, si fos necessari, se'n compraran de noves.
- Es prohibeix l'ús de les màquines a personal no autoritzat.
- Es prohibeix deixar les màquines a terra o enceses per evitar accidents.
- Les màquines s'utilitzaran per a realitzar les tasques per a les quals han estat dissenyades.

MESURES PREVENTIVES INDIVIDUALS

Es obligatori l'ús de:

- Màscara per a filtrar l'aire.
- Guants de goma o P.V.C.
- Roba de treball completa.
- Ulleres de seguretat.
- Sabates de seguretat.

G.5.3. Termoconformat de les parts transparents

Aquesta fase comprèn tot el procés per donar forma a la làmina de polímer transparent per tal que s'adapti a la forma de la carrosseria.

RISCS DETECTATS

- Talls
- Cops
- Cremades
- Contactes amb l'electricitat
- Caiguda d'objectes
- Soroll

MESURES PREVENTIVES COL·LECTIVES

- Es comprovarà que la maquinària segueixi les directives europees que li son d'aplicació amb el marcatge CE i la declaració de conformitat.
- Abans d'utilitzar les màquines es comprovarà que funcionen correctament.
- Les màquines elèctriques i els seus corresponents cables estaran protegits per doble aïllant, en cas que no pugui ser així, les carcasses de metall estaran connectades a terres amb el corresponent interruptor diferencial al quadre elèctric.
- Els motors elèctrics estaran protegits gràcies a la carcassa per tal d'evitar el contacte mecànic o elèctric amb l'operari.
- Les màquines espatllades es portaran a arreglar o, si fos necessari, se'n compraran de noves.
- Es prohibeix l'ús de les màquines a personal no autoritzat.
- Es prohibeix deixar les màquines a terra o enceses per evitar accidents.
- Les màquines s'utilitzaran per a realitzar les tasques per a les quals han estat dissenyades.
- Es tindrà especial cura que, per manipular un objecte prèviament escalfat, es deixi el temps necessari perquè es refredi.

MESURES PREVENTIVES INDIVIDUALS

Es obligatori l'ús de:

- Guants resistents a temperatures relativament altes quan sigui necessari manipular objectes calents.
- Roba de treball completa.
- Sabates de seguretat.
- Protectors auditius.

G.5.4. Muntatge de la carrosseria

Aquesta fase comprèn tot el necessari perquè les parts realitzades s'uneixin per a formar la carrosseria definitiva del vehicle, és a dir, formen part d'aquesta

fase operacions com ara: tallar les parts sobrants, fer forats per a cargols, enganxar i encaixar.

RISCS DETECTATS

- Inhalació de gasos tòxics
- Talls
- Cops
- Enganxament d'adhesius a la pell
- Contactes amb l'electricitat
- Caiguda d'objectes
- Caiguda de partícules als ulls
- Soroll

MESURES PREVENTIVES COL·LECTIVES

- Disposar d'un sistema de ventilació forçat per extractors d'aire o/i treballar a cel obert quan s'utilitzin adhesius.
- Es comprovarà que la maquinària segueixi les directives europees que li son d'aplicació amb el marcatge CE i la declaració de conformitat.
- Abans d'utilitzar les màquines es comprovarà que funcionen correctament.
- Les màquines elèctriques i els seus corresponents cables estaran protegits per doble aïllant, en cas que no pugui ser així, les carcasses de metall estaran connectades a terres amb el corresponent interruptor diferencial al quadre elèctric.
- Els motors elèctrics estaran protegits gràcies a la carcassa per tal d'evitar el contacte mecànic o elèctric amb l'operari.
- Les màquines espatllades es portaran a arreglar o, si fos necessari, se'n compraran de noves.
- Es prohibeix l'ús de les màquines a personal no autoritzat.
- Es prohibeix deixar les màquines a terra o enceses per evitar accidents.
- Les màquines s'utilitzaran per a realitzar les tasques per a les quals han estat dissenyades.

MESURES PREVENTIVES INDIVIDUALS

Es obligatori l'ús de:

- Guants de goma o P.V.C. excepte en la utilització de màquines de foradar rotatives.
- Roba de treball completa.
- Ulleres de seguretat.
- Sabates de seguretat.
- Protectors auditius
- Màscara per a filtrar l'aire quan es treballi amb adhesius.

G.6. SERVEIS D'HIGIENE I SALUT

G.6.1. Labavos

Es disposarà de lavabos equipats amb miralls, piques i tasses de wàter en totes les instal·lacions utilitzades.

Els lavabos també han d'estar equipats amb tovalloles o/i assecadors, sabó...

El sostre, terra i parets seran llisos i impermeables per permetre la neteja necessària i disposaran de ventilació independent i directa.

L'altura lliure de terra a sostre no serà inferior a 2,30m i cadascuna de les tasses de wàter tindrà una superfície de 1 x 1,20m.

G.6.2. Farmaciola

Es disposarà d'un cartell clarament visible en el que s'indicaran tots els telèfons d'urgència dels centres hospitalaris més pròxims, metges, ambulàncies, bombers, policia...

Es disposarà d'una farmaciola amb els mitjans necessaris per efectuar cures d'urgència en cas d'accident.

El contingut de la farmaciola serà revisat periòdicament per la persona designada a aquesta tasca i es reposarà quan s'acabi algun element.

ANNEX H: IDENTIFICACIÓ DE RISCS

ANNEX H: IDENTIFICACIÓ DE RISCS

Risc	No disposar del disseny de la carrosseria a temps
Probabilitat	Mitja
Solució 1	Realitzar un disseny aproximat del que hauria de ser.
Afecta a	La qualitat de la carrosseria
Solució 2	Retrassar la fabricació de la carrosseria fins a disposar del disseny definitiu.
Afecta a	La data d'entrega de la carrosseria

Risc	No disposar dels materials escollits
Probabilitat	Mitja
Solució 1	Fer el disseny estructural pensant, només, en els materials que ens poden proporcionar els patrocinadors
Afecta a	La qualitat de la carrosseria
Solució 2	Escollir els materials independentment dels patrocinadors i comprar els que facin falta.
Afecta a	El cost
Solució 3	Escollir els materials i, posteriorment, buscar els patrocinadors que ens els poden oferir, amb el risc de no trobar-ne i tindre que recórrer a la solució 1.
Afecta a	El temps

Risc	Impossibilitat de definir les zones més crítiques a reforçar degut a la inexperiència
Probabilitat	Mitja
Solució 1	Augmentar la gruixudària de material a tota la carrosseria (sobredimensionar)
Afecta a	La qualitat perquè augmenta el pes
Solució 2	Invertir més temps en l'aprenentatge del programa de càlcul
Afecta a	El temps

Risc	No disposar de les instal·lacions escollides
Probabilitat	Baixa
Solució	Estudiar altres llocs on realitzar l'execució del projecte.
Afecta a	El temps

Risc	No disposar de les eines/maquinària òptimes
Probabilitat	Mitja
Solució 1	Fer una llista i de les màquines/eines disponibles i definir els processos de fabricació a partir del material disponible.
Afecta a	El temps i la qualitat
Solució 2	Definir els processos de fabricació independentment de les màquines/eines disponibles i comprar el que falti.
Afecta a	El cost

Risc	No disposar del material desitjat per a mecanitzar el motlle
Probabilitat	Mitja
Solució 1	En comptes de mecanitzar el motlle directament, mecanitzar el model amb un material de propietats inferiors i realitzar els motlles posteriorment
Afecta a	La qualitat, el temps
Solució 2	Eliminar la mecanització i realitzar el model nosaltres mateixos i posteriorment fer els motlles.
Afecta a	La qualitat, el temps
Solució 3	Comprar el material desitjat
Afecta a	El cost

Risc	No disposar de suficients recursos humans per a la fabricació
Probabilitat	Baixa
Solució 1	Contactar amb persones alienes a l'equip eco-shell per suplir absències
Afecta a	La qualitat de la fabricació
Solució 2	Subcontractar parts de la fabricació
Afecta a	El cost

Risc	Realitzar errors en la fabricació degut a la inexperiència
Probabilitat	Alta
Solució 1	Demandar consell a persones especialitzades abans de començar a fabricar
Afecta a	El temps en cas que no estigui disponible
Solució 2	Subcontractar la fabricació de la carrosseria
Afecta a	El cost
Solució 3	Realitzar proves prèvies amb els materials i processos per familiaritzar-se amb la tasca a realitzar
Afecta a	El temps i el cost
Solució 4	Realitzar visites a tallers o empreses especialitzades en aquest tipus de fabricació
Afecta a	El temps

Risc	Que la carrosseria no tingui la rigidesa esperada
Probabilitat	Mitja
Solució 1	Realitzar, a més dels càlculs teòrics, proves experimentals i comparacions amb altres estructures similars per preveure el comportament de la carrosseria un cop realitzada.
Afecta a	El temps i el cost
Solució 2	Realitzar els reforços que facin falta un cop feta la carrosseria
Afecta a	La qualitat

Risc	No poder posar els retrovisors a l'interior del vehicle degut a elements no previstos.
Probabilitat	Mitja
Solució 1	Posar-los a l'exterior
Afecta a	La qualitat
Solució 2	Realitzar proves experimentals per comprovar que hi hagi espai per al retrovisor
Afecta a	El temps i el cost

Risc	Que no s'acobli correctament la carrosseria amb el xassís un cop realitzada
Probabilitat	Mitja
Solució 1	Realitzar diferents opcions d'acoblament per així augmentar les possibilitats que alguna funcioni correctament.
Afecta a	El temps i la qualitat
Solució 2	Realitzar proves prèvies mitjançant maquetes
Afecta a	El temps i el cost

Risc	Que no es pugui sortir del vehicle tal com diu la normativa
Probabilitat	Mitja
Solució 1	Estudiar opcions de sortida alternatives en cas que fallés la primera opció
Afecta a	El temps i la qualitat
Solució 2	Realitzar proves prèvies mitjançant maquetes
Afecta a	El temps i el cost

Risc	No tenir la visibilitat necessària que marca la normativa per error en el càlcul o per elements no previstos.
Probabilitat	Mitja
Solució 1	Retallar les parts que facin falta un cop feta i provada la carrosseria.
Afecta a	La qualitat
Solució 2	Realitzar maquetes o proves experimentals prèvies
Afecta a	El cost i el temps

ANNEX I: PLANIFICACIÓ